

لوائح المكتطف الشهيرة

يوليو ١٩٤٦

فلسفة التفاح

أو

جاذبية نيوتن

Newton's Gravitation.

بقلم

نقولا الحراد

جميع حقوق الطبع محفوظة للمكتطف

الثنى ١٠ قروش صاغ

مطبعة المكتطف والمقطم

١٩٤٦

فهرست الكتاب

صفحة

٢	الفصل الأول : من هو نيوتن
١٣	الفصل الثاني : القوة القصوى
٢٣	الفصل الثالث : فيمول ناموس الجاذبية
٢٥	الفصل الرابع : مصدر القوى
٣٠	الفصل الخامس : مر التجاذب
٣٤	الفصل السادس : الجاذبية والدافعية
٤٠	الفصل السابع : الجو الجاذبي
٤٣	الفصل الثامن : نشوء النذيرات والاجرام
٤٩	الفصل التاسع : تطور الكون
٥٧	الفصل العاشر : عدد الكون وتقلصه
٥٩	الملحقات الرياضية

اصلاح اخطاء

نرجو من القاري ان يصلحها بقلمه

صفحة	سطر	خطاء	صواب
١	١١	احدى	أحدث
٥	١٤	قرأت	قرئت
٥	٢٣	استنبطها	استنبطه
٩	٩	اكتشاف	اكتشف
١٣	٩	لما	كما
١٦	١٤	Sector	Fector
١٧	٥	$\frac{20}{14}$	$\frac{20}{14}$
٢٠	١٠	صُلِّ	صُلِّ
٢٠	١٥	٢٤ و ٦٥	٢٤، ٦٥
٢٠	١٩	الدورات	الدوران
٢٦	٣	المنحدرة	المنحدر
٣٠	٧	عن الآخر	عنه
٣٢	٢٣	تنحل	تنحل الى
٣٦	١٨	منها	عنها
٤٣	٦	لتحصيل	لتحليل
٤٥	١١	$(10)^{٧٦}$ الخ	$184 \times (10)^0 \times (10)^{٧٦}$
٥١	٢١	Symetry	Symmetry

مقدمة

هذا كتاب في موضوع علمي خاص — جاذبية نيوتن الفيلسوف الطبيعي العظيم الذي يعد في قمة علوم الطبيعة منذ القديم الى اليوم . وقد كُتب بأسلوب بسيط جداً سهل الدراسة يفهمه العامة المتعاملون تعليماً بسيطاً . ويجد فيه الخاصة بحثاً وافياً في سنة الجاذبية من جميع نواحيها ، وكشفاً لأعمق أسرارها وحلاً لجميع ألغازها . وقد أفتُتِحَ بسيرة نيوتن نفسه كاشف أسرار الطبيعة وضابط قواعدها ونواميسها .

وقد أضيف الى هذا الكتاب ملحق رياضي لبرهنة القضايا المهمة في الجاذبية لكي يستفيد به فريق القراء الذين لا يستصعبون القضايا الرياضية بل يستلذونها ، ولعله يكون حافزاً للقراء الذين قلَّت معرفتهم الرياضية ، أو هم لا يريدون أن يُعنتوا أذهانهم في تفهيم تلك القضايا ، وممارستها

وقد استعنت في تصنيف هذا الكتاب بإحدى المؤلفات العصرية لأساطين العلم ومنهم السير تجمائس تجميز والسير ادينغتون واينشطين وبرت راند رصل وغيرهم ، وبعثت الفلك لكبار الفلكيين الاميركيين الاساتذة الثلاثة رصل ، ودوغان ، وستيورت ، الذين نقحوا كتاب الفلك المشهور لسلفهم الفلكي الكبير يونغ ، ودائرة المعارف البريطانية .

نقول لا الحار

الفصل الاول

من هو نيوتن

١ — ملاحظة التفاحة

روى بمرتون صديق نيوتن الحميم، وقد وقف على الطبعة الثالثة من كتاب المبادئ لنيوتن: «كان نيوتن جالساً ذات يوم تحت شجرة تفاح يفكر كعادته حين يكون منفرداً، فرأى تفاحة سقطت من الشجرة من تلقاء نفسها — لعلها تجاوزت دور النضج — فحوّلت تفكيره الى سبب سقوطها، وقال في نفسه، ما الذي أسقط هذه التفاحة الى الأرض».

وكان قد عرف نظرية طيخو براهي عن مسارعة الأجسام الساقطة. فترأى له ان التفاحة سقطت متسارعة — ترأى له تسارعها على الرغم من ان سقوطها لم يتجاوز ثانيتين وهي مدة لا تكفي لملاحظة المسارعة. فاستطرد يقول لنفسه: وما الذي جعلها تسقط متسارعة. وما هي القوة التي تُهبط الأجسام من أعلى الى أسفل — من الشجرة ومن الجو ومن رأس الجبل ومن البرج الخ. ألا يمكن أن تكون هذه القوة هي نفس القوة التي تفعل بالقمر فيدور حول الأرض، بدل أن يندفع في خط مستقيم وفقاً لما نعلمه بالبديهة. ألا يمكن أن تكون هذه القوة في الأرض نفسها، قوة تجذب ما حول مركزها اليه؟ ألا يمكن أن تكون نفس القوة التي تخرج السيارات أن تدور من حول الشمس.

وما عثم أن شرع يفكر في سنة طبيعية توجب على الأجسام أن تدور من حول مركز. ولأنه كان رياضياً بالفطرة وقد نبغ في الرياضيات منذ حداثته شرع يبحث في خطة هذه القوة. لا بد أن يكون ثمت نظام حسابي لهذه القوة تسير فيه على قاعدة واحدة مهما اختلفت الأجسام حجماً وتباعدت مسافة أو تفاوتت زمناً.

الغاية الرئيسية من هذا الكتاب بسط سنة الجاذبية كما اكتشفها هذا الفيلسوف العظيم نيوتن في جميع ظروفها ومقتضياتها. ولكن البحث في هذه الغاية يستلزم البحث في حياة نيوتن نفسه.

هذه السنة التي برزت من ذلك الدماغ الذي بقيت أليافه تلمع لمعات الذكاء برهة ثلاثة أرباع القرن حتى انهم أضاءت عالم العلم منذ مولد ذلك الفيلسوف الطبيعي الى اليوم وإلى الأبد — هذه السنة فتحت باب أسرار الطبيعة للعلماء الحديثين فانجلت لهم حقائق عديدة عن الكون المادي .

منذ عهد نيوتن الى الآن انجلي من أسرار الكون ما يعادل الف ضعف مما استجلى للانسان منها من قبل .

قال أحد المدرسين قيمة عمل نيوتن العالمي « كانت نواميس الطبيعة غامضة وفي ليل حالك من الجهل الى أن قال الله : « ليكن نيوتن » . فضاءت المعرفة وأنارت الكون كله »
 قبل البحث في موضوع الجاذبية ينبغي ان نرفع الغطاء عن مشعال الذكاء الذي كشف القناع عن الجاذبية — ينبغي ان نجعل للقارئ مسيرة حياة نيوتن الملقب بحق فيلسوف الطبيعة وزعيم فلاسفتها

٢ — نشوؤه

ولد اسحق نيوتن في ٢٥ من ديسمبر سنة ١٦٤٢ في منزل وضيع في وولتروب قرب جرانثام من ولاية لنكشير في انجلترا . وقيل انه من نسل السير جون نيوتن . وكان أبوه قد توفي في اكتوبر السابق . وفي سنة ١٦٤٥ تزوجت أمه برنابا سمث قسيس نورث ولهام من ليستر . وبعد زواجها الثاني عاش اسحق مع جدته مسز اسكوف من وولتروب ايضاً . ولكنها استعادت اليها بعد ترميلها الثاني

وكان في اول عمره نحيفاً ضعيف البنية لم تُرَجَّ له الحياة، يقال لأنه ولد قبل موعد الولادة ولازم نحو سنتين المدرسة الابتدائية في جرانثام اذ كانت تحت رعاية المستر ستوكس . ومنذ دخل المدرسة بدت عليه مخايل الذكاء . بيد انه لم يتفوق بل كان نجاحه قليلاً . ولعلَّ السبب انه كان يلهو بالألعاب وصنع أشياء منها . وقد ورد في كتاب أعلام المقتطف : « قيل انه لم يكن ليلتذ مهتمّاً بمعاشرة رفاقه التلاميذ وملاعبهم بل كان ينفرد عنهم ويلهو بالألعاب الميكانيكية وتقليد ما يراه منها ، فاصطنع بيده منشاراً وقدموا ومطرقة وسائر أدوات الصناعة بحجم صغير يناسبه . وكان يستعملها بمحذق غريب . فصنع بها ساعات يد يرها الماء المنحدر . فكانت بغاية الضبط والاتقان .

« وفي ذات يوم أنشأوا في المدرسة مطحنة هوائية كانت لذلك العهد غريبة عجيبة فما زال يدرسها حتى فهمها وصنع مثلها . وزاد عليها أن جعل الطحان فاراً يطحن الدقيق ويأكله » (باختصار) .

وأولع أيضاً بالرسم والتصوير وبنظم الشعر فأنصرف عن درسه بهذه الألعاب والفنون الى أن تفوق أحد رفاقه عليه في إحدى المنافسات . فأثار الأمر في نفسه حماسة المناظرة وما لبث أن صار رأس فرقة .

وكان يستلذ مراقبة نجوم السماء . فلا بدع أن يُغرق بعدئذٍ في التفكير في الجاذبية التي تربط أجرام السماء .

في الرابعة عشرة من عمره سنة ١٦٥٦ أخرجته أمه من المدرسة لكي يساعدها في الحقل . وهل المخلوق لكي يفلح السماء يطيق أن يفلح الأرض ؟ طبعاً لم ينجح في هذا العمل لأنه كان لاهياً في العمليات الرياضية حين كان يجب أن ينشغل في الزرع والقلع والحراث والعزق . وكانت أمه ترسله الى سوق جراتهم لكي يبيع غلة الحقل ومعه خادم مسن . فكان يحيل أمر البيع في السوق إلى هذا الخادم ويمنح الى الصديق كلارك الصيدلاني حيث يطالع فيما عنده من كتب عامية وكماوية .

ولما رأى خاله وليم ايسكوف قس بورتون كوكجل والعضو في كلية الثالث (ترينتي) في جامعة كبريدج ميله الى الرياضيات والعلم نصح لأمه أن ترده الى المدرسة لكي يستعد لجامعة كبريدج . وكان ذلك ١٦٦٠ وفي سنة ١٦٦١ استتم استعداداه للدخول في كلية الثالث . وفي سنة ١٦٦٥ نال شهادة بكالوريوس علوم . وفي سنة ١٦٦٧ أختير معلماً في الكلية المذكورة .

٣ — اكتشافاته الرياضية

وفي سنة ١٦٦٥ اكتشف النظرية الرياضية المسماة « الكميات الثنائية » وهي عبارتان جبريتان تربطهما علامة الايجاب أو علامة السلب . وما لبث أن استنبط الفن الرياضي المسمى « حساب التكامل والتفاضل » Calculus وقد سماه Fluxions وترجم المقتطف الكلمة

« فن السيلة » ولهذا الفن شأنٌ عظيم جداً في العلوم الرياضية النظرية والعملية كالمهندسة الميكانيكية وهندسة البناء الخ .

وفي مايو من السنة التالية دخل في الطريقة العكسية لهذا الفن وهي طريقة حساب المنحنيات وأحجام الجسام . وقال : « وفي تلك السنة ١٦٦٦ جعلتُ أفكر في قوة الجذب (أو في الثقل) الممتدة الى فلك القمر . وأخذت أقابل القوة اللازمة لحفظ القمر في فلكه بالقوة الجاذبية التي على سطح الأرض . كان ذلك في سنتي ١٦٦٥ و ١٦٦٦ . وذلك أول شبابي »

٤ — اكتشافه سر الألوان

ومنذ ذلك الحين جعل يبحث في البصريات وأسباب الألوان . وفي ١١ من يناير سنة ١٦٧٢ أرسل شرح اختباراته الى الجمعية العلمية الملكية . وفي تلك السنة عينها اختير عضواً في الجمعية مع لقب أستاذ ، وفي الحال شرع يرسل رسائله الى اوكسبرج كاتب السر في الجمعية لكي تتلى فيها .

ومما كتبه حينئذٍ : « سأبذل جهدي أن أبدي شكري للجمعية بتقديم ما تستطيع مجهوداتي المتواضعة أن تؤثره في ترقية البحث الفلسفي » .

وقرأت نظريته عن النور والألوان في ٨ من فبراير في المجمع العلمي الملكي أي الجمعية المذكورة آنفاً . وأظهرت العمليات التي شرحها أن النور مؤلف من مجموعة من الأشعة مختلفة الانكسار . أي أنها إذا مرّت في موشور (أصبع من بلور مثلث الزوايا) خرجت أشعته ملونة منكسرة على زوايا مختلفة مع الشعاع الأصلي . ومعنى ذلك أن الألوان ليست صفات للنور المنعكس عن الأجسام الطبيعية كما كان يظن ، بل هي خواص أصلية في النور نفسه تختلف باختلاف الأشعة المنكسرة . أي إن اللون ليس في الجسم الذي يعكسه بل في النور نفسه الذي انعكس عليه . واختلاف الألوان يتوقف على اختلاف زوايا الأشعة المنكسرة كما نعلم نحن الآن . ونعلم أن زوايا الانكسار هذه تختلف باختلاف أحوال الموجات الضوئية وذبذباتها . والتي تحدث في شبكية العين نفس الاختلاف . والدماغ يتصور لكل ضرب من الموجات لوناً خاصاً أو هو استنبطها

وفي المدة التي كان فيها منشغلاً في هذا البحث وفي تحقيق نظريته عين أستاذاً لرياضيات ،

إذ استقال سلفه الأستاذ بارولكي لكي يحل هو محله . ومن ثم كانت السلسلة الأولى من محاضراته عن البصريات مؤيدة بالمعادلات الرياضية . وهذا ما حمله على الاستمرار في البحث والاختبار التجريبيين بواسطة الموشور المشار إليه الذي اشتراه في معرض ستوبوردج سنة ١٦٦٦ إلى أن بلغ بحنه قسمة في رسالة إلى الجمعية (أي المجمع العلمي الملكي) سنة ١٦٧٢ حيث قامت قيامة المناقشات الحادة بين العلماء الطبيعيين في هذا الموضوع ، على أن المجمع أنقضى عليه باحترام كلي وشكر له بحنه العظيم الشأن وأبلغه أن المجمع عني به عناية خاصة .

٥ — مناظرة العلماء له

وحاول روبرت هوك مع « وارد » مطران سالسبوري وروبرت بويل أن يتبادوا في البحث تخطيطاً لنظرية نيوتن . وهوك في كتابه ميكروجرافيا وصف عملية تجريبية بالموشور . ولكنها لم تعد بتأييد رأيه . وجميع انتقادات هؤلاء الثلاثة انتهت بتأييد رأي نيوتن وكان في التلسكوب (المقرب) في ذلك الحين عيب لوني . فعانى نيوتن في إصلاح هذا العيب إلى حد ما . وصنع التلسكوب المصنَّح لأول مرة سنة ١٦٦٨ . ثم صنع تلسكوباً ثانياً وأرسله إلى المجمع الملكي في ديسمبر سنة ١٦٧١ . وتناول البحث والنقاش في البصريات بينه وبين العلماء سنة ١٦٧٥ وكتب في تلك السنة : « لقد تعبت جداً في هذه المباحث التي دارت حول نظريتي في النور حتى أنني لمت نفسي أخيراً لحقي في حجر نعمة راحتي لكي أعدو وراء خيال أو ظل » . على أن هذه المباحث كانت ذات فوائد جمة لأنها أدت به إلى تحقيق تأثيرات الألوان الأخرى ، وإلى البحث في سبب صدور النور ، والذهاب إلى أن النور ذرات تصدر من الجسم المنير وتنطلق في الفضاء الخالي بسرعة فائقة . وقد حسبها حينئذ ١٩٠ ألف ميل في الثانية وهي الآن بالتحقيق ١٨٦ ألف ميل ، فاضل كثيراً على الرغم من فقر عصره بالآلات الفلكية والعلمية . ثم إنه تبسط في أسرار انعكاس النور وانكساره كما هو معلوم الآن في علم الطبيعيات . وعاد هوك يتصدى إلى نقده في هذا الموضوع في كتابه ميكروجرافيا ١٦٦٤ إذ استند على نظرية هوجنس Huyghens في أن النور قوة تنتقل بحركة موجية في الاثير المائي الفضاء . ولكنه لم ينجح في تطبيق هذه النظرية على الانتشار (المتعاند) لكل الجهات والانعكاس

والانكسار
الظواهر إلى
ومضى
بعض علماء
تجيز أمواج
وكانت
ولا أمواجاً
بتفعلان الو

على أن
أخرى تخلد
وفي سنة
في قوة الجذب
هذا الناموس
انه خطأ وأن
والغريب
أليس غريباً
التي تدير القمر
يسقط كل ج
وبعيد عن
عليها كانت
في ذلك

(١) سترى

والانكسار الى غير ذلك من خواص النور . ومع ذلك كان نيوتن مضطراً في تحليل هذه الظواهر إلى فرض ان النور المنتشر ذرات من الجسم المنير تنطلق متموجة في الاثير . ومضى زمن بعد نيوتن كان يعتقد فيه العلماء ان النور أمواج اثيرية لا ذرية . ولكن بعض علماء هذا العصر عادوا الى نظرية نيوتن بتنقيح كثير فيها . وقد مى السير تجميس تميز أمواج الذرات النورانية Wavicles وهي تحت من كلمتي Wave-Particle وكانت عبارة نيوتن الأخيرة في هذا الموضوع سنة ١٦٧٥ « أظن أن النور ليس أثيراً ولا أمواجاً اثيرية بل هوشيء آخر ينتشر من الجسم المنير » . ويظن أيضاً « أن النور والايثير يتفاعلا مع الواحد مع الآخر »

على أن شهرة نيوتن لا تتوقف على هذا البحث ولا تقف عنده بل على اكتشافات علمية أخرى تخلد اسمه الى الأبد وأهمها « ناموس الجاذبية » .

٦ — قوة الجذب

وفي سنة ١٦٦٦ حين عاد الى وولتروب بسبب انتشار الطاعون في كبريدج، جعل يفكر في قوة الجذب الممتدة الى فلك القمر الى أن اكتشف ناموسها . ولكن لمّا لم يصح تطبيق هذا الناموس على القمر الدائر حول الأرض . لم يشأ أن ينشر شيئاً بشأنه مدة طويلة لظنه انه خطأ وأن الفكرة سخيفة .

والغريب أن يظن نيوتن ان لوقوع الجسم على الأرض ودوران القمر حولها ناموساً . أليس غريباً أن يعتقد نيوتن ان القوة التي اجتذبت التفاحة الى الأرض هي نفس القوة التي تدوير القمر حول الأرض . عجبا اذن ! لماذا لا يسقط القمر على الأرض كما سقطت التفاحة وكما يسقط كل جرم . وأعجب من ذلك أن يدرك نيوتن هذا السر وهو غريب على الأذهان وبعيد عن الأفهام ^(١) . وبناءً على فهمه هذا السر عمل حسابه فضل لأن المعلومات التي بني عليها كانت ناقصة كما سيرد بيانه . وكما سيعلم القارئ السر الذي أدركه نيوتن .

في ذلك الحين كان بعض أعضاء الجمع العلمي يخمنون تخمينات مختلفة فيما لاح لنيوتن

(١) سترى تفسير ذلك في ٤ و ٥ من الفصل الثاني .

من قبيل قوة الجذب التي تجذب الأجسام نحو المركز والسيارات نحو الشمس والقمر نحو الأرض الخ . وكان منهم رن ، وست وارد مطران لسبوري ، وروبرت بويل ، وهوك ، وهالي ، الى أن التقى هالي بهوك ورن يوم الأربعاء من يناير سنة ١٦٨٤ . فقال رن انه اكتشف البرهان على نوااميس الحركات الفلكية . أما هالي فاعترف بجهله . وانبرى حينئذ السير كريستوفور مشجعاً البحث في الموضوع وقال انه يهدي كتاباً بأربعين شلناً لمن يجد حلاً لمسألة دوران السيارات في أفلاكها . وأهل المشتغلين بها شهرين .

بقيت المسألة بلا حل حتى شهر أوغسطس حين زار هالي نيوتن في كبريدج وقال له : وصل إليّ أنك توفقت الى الحل لهذا السؤال : وهو ان تأثير قوة مركزية على جسم متحرك تختلف كربع البعد . فكيف ذلك وما البرهان ؟

فوعده نيوتن بأن يبحث عن نسخة البرهان التي أهملها منذ ١٨ سنة لعدم ثقته بصحته . على ان نيوتن لم يجد النسخة فأعاد كتابة البرهان من جديد وأرسله الى هالي في نوفمبر من تلك السنة . وعاد هالي الى كبريدج وألحّ على نيوتن أن يقدم البرهان للمجمع .

وفي العاشر من ديسمبر سنة ١٦٨٤ أبلغ هالي الى المجمع ان نيوتن أراه رسالة مستغربة وانه ألحّ عليه أن يرسلها الى المجمع لكي تسجل فيه . فأرسلها نيوتن . وسُجّلت بالفعل في فبراير سنة ١٦٨٥ وعلى حاشيتها تاريخ صدورها في ١٠ ديسمبر سنة ١٦٨٤

ولكن في أوائل سنة ١٦٨٥ أدّت حساباته بهذا الشأن الى اعتبار ان كلاً من الشمس والسيارات كأنها نقط متجمعة في مراكزها أي ان الجرم كله كتله مضغوطة في مركزه ، وفي هذا المركز مقرّ القوة الفاعلة . ولكن أحقيق هذا ؟ أم ان الجرم مهما كان كبيراً أو صغيراً يعتبر كله مركزاً إذا قورن بالمسافة السحيقة بينه وبين الجرم الآخر ؟ . وما هي هذه القوة التي تستطيع بها الشمس مثلاً أن تجذب جرماً خارجاً عنها .

ومن ثمت جعل نيوتن يحسب حساباته على فرض ان كل ذرة في الشمس تجذب كل ذرة في الجسم الآخر البعيد عنها بقوة مناسبة لحاصل ذرات هذا مضروبة بذرات ذاك وبنسبة مربع البعد بينهما .

ولما خرج نيوتن بناموس الجاذبية نتيجة لحساباته سنة ١٦٦٥ رأى ان دوران القمر

أصل نموذج
نحو ٦٠ مرة
قطر الأرض
التي اكتشف
(وسياً)
وبعد ذلك
دورات الس
وبعيدة أو
وبواسط
بتغير الار
بإمكان معرف
وتعليل تقد
الناموس
عاد ني
Principia
athimatic
وكانت
عهدته .
وما عثمت
عظيمة له
والافلاك

أسهل نموذج لاختبار صحة الناموس . فحسب حسابه على اعتبار أن القمر يبعد عن الأرض نحو ٦٠ مرة طول نصف قطر الأرض . فكانت النتيجة خطأً . وبعد مدة من الزمن ظهر أن قطر الأرض أطول مما كان يظن . فعمل حسابه على اعتبار الطول الجديد فصحح وثبتت السنة التي اكتشفها .

(وسيأتي شرح ذلك فيما بعد في الملحق الثالث القسم الثالث)

وبعد ذلك تجرأ نيوتن أن يعلن ناموسه وأن يجاهر به بنقطة عظيمة ثم طبقه على جميع دورانات السيارات . ثم صار يطبقه على كل حركة فلكية وكونية مهما كانت عظيمة وشاسعة وبعيدة أو صغيرة أو كبيرة .

وبواسطة قانون الجاذبية اكتشف تسطیح الأرض عند قطبيها . وسبب تغير النقل بتغير الارتفاع عن سطح الأرض . وبها فسّر مبادرة الاعتدالين وسير المد والجزر . وقال بإمكان معرفة حجم السيارات بواسطة معرفة جذبها بعضها لبعض واضطراب حركاتها . وتعليل تقدم نقطة الرأس في الفلك الأهليليبي الى غير ذلك من الحركات الفلكية .

الناموس الطبيعي لا ينقض بوجه من الوجوه . هو أساس النظام الثابت .

٧ — فلسفة المبادئ الطبيعية

عاد نيوتن بعد ذلك الى كبردج وشرع يؤلف كتابه المشهور العظيم الشأن « المبادئ »

Principia سنة ١٦٨٦ وقد سماه فلسفة المبادئ الطبيعية الرياضية Philosophiae Naturalis

Principia Mathematicae وأتمه في ثلاثة مجلدات وطبعت في ١٦٨٧ .

وكانت الجمعية (أي الجمع العلمي) في ذلك الحين فقيرة فأخذ هالي نفقات الطبع على عهده . وكان يزيل كل ما يستطيع من الصعوبات من امام نيوتن لكي يتم هذا العمل العظيم . وما عثمت هذه المؤلفات الثلاثة النفيسة ان انتشرت في كل اوربا . ونشرت معها شهرة عظيمة له . وبقيت المرجع العظيم الشأن لعلماء العصر الى اليوم . ومعظم نظريات علم الاكوان والافلاك تستند الى المبادئ التي قررها نيوتن .

٨ — مرضه وتفوقه الرياضي

في سنة ١٦٨٩ انتخب نيوتن عضواً في الجامعة ثم انتخب ثانية في سنة ١٧٠١ وفي سنة ١٦٩٠ عاد الى كبردج واستمر في مباحثه الرياضية ، وما عثم أن انتابه داء الأرق بين سنتي ١٦٩٢ و ١٦٩٤ . وقيل انه أصيب باضطراب عصبي حتى باختلال عقلي أيضاً وحينئذ كتب هيفن الى بستر : « لا أدري ان كنت قد علمت بما حدث للفاضل المستر نيوتن . وهو انه أصيب بالتهاب دماغي دام ١٨ شهراً . وقيل ان أصدقاءه جالوه بأدوية مختلفة . وحجزوه ومنعوه من الخروج » .

وقد حاول أصدقاؤه مرة أن يردوه الى عمله في سنة ١٦٩٥ ومنهم رن وصديقه تشارلس مونتاجو ولورد هاليفاكس الذي كان سابقاً أستاذاً في كلية الترينتي ، ثم وزيراً للمالية بعد ذلك . وعرضوا عليه وظيفة مراقب مصلحة سك النقود . فقبل الوظيفة وبقي أستاذاً في كبردج . وبعد ٤ سنين صار مدير المصلحة . وفي تلك السنة انتخب واحداً من الثمانية الأجانب لعضوية الأكاديمية الفرنسية في الفرع العلمي .

في سنة ١٦٩٦ نشر جون برنولي الرياضي السويسري رسالة على رياضي أوربا يقترح فيها عليهم حل قضيتين رياضيتين ، وأهلهم ستة أشهر . وفي ٢٩ من يناير ورد لنيوتن في فرنسا نسختان مطبوعتان من هذه الرسالة . وفي اليوم التالي أرسل نيوتن حلها الى مونتاجو الذي كان حينئذ رئيس المجمع العلمي الفرنسي . فأرسل الحلان بلا توقيع الى برنولي ، ولكن برنولي لما اطلع على الحلين وهما بلا توقيع قال : « عرفته كما يعرف الأسد بجبروته . هو نيوتن » .

وقضى لبنز المنافس لنيوتن في الرياضيات ستة شهور يفكر في المسألتين ولم يوفق الى حلها .

وفي سنة ١٧٠١ استقال نيوتن من الاستاذية في الترينتي (كلية الثالث) وانتقل الى لندن وبقي قائماً بواجباته كأستاذ ذي انتاج ممتاز الى أن توفي سنة ١٧٢٧ وكان في سنه الأخيرة ذا مقام عظيم يذكر له . ففي سنة ١٧٠٣ كان رئيساً للمجمع العلمي الملكي . وبقي ينتخب لهذا المنصب كل سنة الى آخر حياته .

زارت
وهناك منج
وفي ذلك
نشرت إح
Fluxion
نظرية رياضية
واستم
استمرت ب
ومات
مثله في دير

لم يقتض
شملها جميعاً
في عقله ، ف
نص القصص
والتمام الذي
مستوى عقل
كان أي
وربما توفيق
وأما في
كتابته «
والنظام الش
ومع

٩ — مقامه

زارت الملكة حنة كبرج سنة ١٧٠٥ ونزلت ضيفاً على الدكتور بنتلي رئيس كلية الثالوث وهناك منحت نيوتن وسام فارس ولقب سير .

وفي ذلك الحين ابتدأ النقاش بينه وبين لبنز بشأن حساب التكامل والتفاضل . وقد نشرت إحدى المجلات مقالةً بلا امضاء يزعم فيه كاتبه ان نيوتن اقتبس فكرة فن السيالة Fluxion من لبنز . ولكن من يصدق ان ذلك الدماغ العظيم تتدنى نفسه الى اقتباس نظرية رياضية من غيره وهو رب الرياضيات .

واستمرت المناقشة بينه وبين لبنز سنتين الى أن مات لبنز سنة ١٧١٦ ولكنها استمرت بين الرياضيين الآخرين نحو قرن .

ومات نيوتن بعلة الحصاة في ٨ مارس من سنة ١٧٢٧ ودفن باحتفال عظيم يليق بعظيم مثله في دير وستمنستر .

١٠ — نبوغه

لم يقتصر نبوغ هذا العبقري العظيم على ضرب واحد من ضروب العلوم والمعارف ، بل شملها جميعاً . كان رياضياً بالفطرة . لم يسبقه أحد في إدراك الرياضيات العليا كأنها سحبة في عقله ، فلا يُعنت فكره في فهم قضايها ، فكان اذا رأى شكل قضية هندسية واطلع على نص القضية يفهم البرهان من غير أن يدرسه أو يطلع عليه ، واستنباطه لحساب التفاضل والتام الذي تحل به معضلات العمليات الرياضية يدل على ان عقله كان من درجة أسمى من مستوى عقل البشر . وله مصنفات في الجبر والمعادلات وفي الهندسة . كان أيضاً عالماً كيمياوياً . وله في الكيمياء كتاب بحسب ما كان علم الكيمياء في عصره وربما توفق لزيادة على ما كان .

وأما في العلوم الطبيعية فباحثه في النور وفي نواميس القوة والحركة كما هي محصية في كتابه « المبادئ » لا تزال الى اليوم مستند أهل العلم الطبيعي . وله مصنفات في الفلك والنظام الشمسي .

ومع كل دراساته العلمية التي أحاطت بكل العلوم في الطبيعة والكون كان عالماً في

اللاهوت وله مباحث في العتيدة برجرد الله . ولا كنهه لم يكن يعتد بالتثليث — وكيف يمكن ذلك العقل المنطقي الرياضي أن يقتنع به .

١١ — أخلاقه

كان دمث الأخلاق لا يغضب ولا يعادي ولا يحقد ، حتى انه إذا قسي عليه في جدال عدل عن الموضوع تحاشياً للنفار والجفاء . ولذلك لم يكن له أعداء بل أحياء معجبون . وعلى سمو عقله واتساع دائرة علمه كثير التواضع لا يفخر ولا يدعي ولا يتبجح . وحين كان صحبه حوله يعجبون بسعة علمه وسمو عقله كان يقول : « أراني طفلاً يلهو على شاطئ من أوقيانوس المعرفة حتى إذا عثرت على صدفه أخذتها . وهل يفرغ البحر من الأصداف ؟ » وعاش عزباً . ويقول انه قلما شغل قلبه الحب . ولعله لم يحب . ومن كان مشغول القلب دائماً لا يبقى عنده وقت للحب .

قيل انه ترك ثروة تقدر بنحو ٣٢ الف جنيه . ولم يكن مسرفاً وانما كان محسناً جواداً يعمل الخير ليس لذويه فقط ، بل لكل من يعرف بفاقته وبؤسه . لا يزال أساطين العلم منذ عهده الى اليوم وبعد اليوم يضعونه في مقام الملك في دولة العلم ، أو الجبل الشامخ المشرف على روابي المعرفة .

قال لابلاس : إن كتاب « المبادئ » الذي صنفه نيوتن أعظم نتاج عقلي ظهر في العالم وسألت ملكة بروسيا ذات يوم لبتز (خصمه) رأيه في نيوتن . فقال : إن كل ما أنتجه العقل البشري منذ بزوغه الى اليوم من الفنون الرياضية وأساليبها لا يساوي ما أنتجه نيوتن . وكان كبار العلماء من معاصريه مثل هوك ، وهالي ، وبويل في انكلترا ، وهو جنس في هولاندا ، وتورنلي في ايطاليا ، وباسكال في فرنسا يشاركون الفيلسوف لبتز الألماني عقيدته في عبقرية نيوتن .

وفي عصرنا قال تجايمس تيجنر عنه إنه أعظم العلماء على الاطلاق . وقال اينشتاين : « إن ما جاء من النظريات العلمية الطبيعية بعده لم يكن الا نمواً طبيعياً لنظرياته » . ولذلك لم ينقض اينشتاين رأي نيوتن في الجاذبية كما ظن البعض . بل هو زاد على تلك الدوحة غصناً ، كما انه لم ينقض هندسة اقليدس بل زاد مداها .

الفصل الثاني

القوة القصوى

١ — البديهيات

متى شرع الطفل يستوعب شيئاً من الأحداث التي تطرأ عليه يشرع أيضاً يسأل عن أسباب بعضها مما يراه مستجداً أو مغايراً لما تكرر له وألفه. يسأل مثلاً لماذا لا يخطف الكلب الجبن عن المائدة وهو يعهد الكلب يأكل الجبنه اذا رآها على الأرض . ولماذا ليس له وشم في يده كما في يد آخر رآه لأول مرة وهو يظن ان الوشم خلقه في اليد . أو لماذا ليس لأبيه أسنان من ذهب كما لجاره . ونحو ذلك . أعني أنه منذ يسعى يشرع يظن أن لكل شيء سبباً . ولهذا تكثر على الطفل الأسئلة لما هو معلوم .

ولكنه لا يسأل البتة لماذا تطلع الشمس كل صباح من وراء أفق الشرق وتغرب وراء أفق الغرب . ولا يسأل لماذا لا يستطيع أن يرفع حجراً كبيراً وهو يستطيع أن يرفع حصاة . ولا يسأل لماذا العصفور يطير وهو لا يطير .

ان ما وعى له أولاً وهو يراه كل يوم لا يسأل عن سبب له لاعتقاده انه امر طبيعي ، فكأنه بديهي عنده ، وأما ما يستجد لادراكه وشعوره يود أن يعرف له سبباً .

ما أكثر البديهيات عند الطفل . فطلوع الشمس وغيابها . واحراق النار وألمه ، والجوع والعطش والنعاس الى غير ذلك مما لا يحصى — كلها بديهيات عند الطفل . ولكن عند الناضجين ولا سيما المثقفين فلكل هذه أسباب أو لا بد من تعليلها وتفسيرها وتبيان عللها . حتى لطلوع الشمس كل صباح وغيابها كل مساء أسباب كما هو معلوم مهما تراءى بديهتين .

وقد تطوع بعضهم الى انكار كل بديهية حتى البديهيات الرياضية كقولك : « الخط المستقيم هو أقصر مسافة بين نقطتين » . و « الخطان المتوازيان لا يلتقيان » . و « العددان اللذان يساوي كل منهما عدداً ثالثاً هما متساويان » . والحقيقة ان هذه الاوليات ليست بديهيات وإنما هي تعريفات . فاذا قلنا الخط المستقيم هو أقرب مسافة بين نقطتين عنينا ان الناس

اصطلحوا على تسمية أقرب مسافة بين نقطتين بالخط المستقيم : فكأن الكلمة وتفسيرها مترادفان. وكذلك سموا الخطين اللذين كيفما امتدا في سطح واحد لا يلتقيان خطين متوازيين. وقضية الخطوط او الكميات الثلاثة المتساوية كل منهما يساوي كلاً من الخطين الآخرين أو الكميتين الآخرين هي تحصيل حاصل، كما ان الأربعة تساوي ٢ و ٢ هي تحصيل حاصل والنكته في التعبير .

ومعنى ذلك انه ليس تمت شيء بديهي بالمعنى الذي نقصده . العقل لا يعرف شيئاً بالبديهية كما نظن وإنما يعرفه بتكرار الملاحظة حتى يعتقد انه شيء طبيعي لا يحتاج الى برهان . فسماه « بديهية » . ولا شيء أشد بداهة من قولك لا يوجد شيء في مكانين في وقت واحد معاً . ولكن بحسب ناموس النسبية هذا ممكن لشخصين راصدين في مكانين مختلفين . وإذا سألت العامي : لماذا المياه تجري من اعالي الجبال الى اسافل الاودية ثم الى البحر دهش لسؤالك هذا وقال : « ويك أتريد أن تصعد المياه من الاسافل الى الاعالي ؟ » . تقول له : « لم لا ؟ » .

يرداد دهشة واستغراباً ويقول « هذا مستحيل »

— « قل لي . لماذا هو مستحيل ؟ ماذا يمنع ان تصعد المياه من الاسافل الى الاعالي ؟ ماذا يرغمها ان تنزل ولا تصعد ؟ » . حتى اذا تحير ولم يحرج جواباً لجأ الى ما وراء الطبيعة وقال : « هكذا خلقها الله . خلقها تنزل ولا تصعد » .

وإذا سألته : لماذا تسقط التفاحة عن الشجرة إذا تقادم نضجها ؟ لماذا لا ترتفع في الفضاء ؟ استجبت لك لهذا السؤال لأنه لا يرى سبباً لهذا الشيء المألوف عند جميع العقول منذ آدم إلى اليوم ، وهو أن الأشياء تسقط إلى تحت ولا ترتفع إلى فوق من تلقاء نفسها أو إذا لم تقذف قذفاً بقوة ، وأخيراً مصيرها أن تهبط إلى تحت . هذا أمرٌ بديهي عنده كما أن طلوع الشمس صباح غد وموج البحر الخ كل هذا بديهيات عنده .

ولكن نيوتن لم يسلم أن سقوط التفاحة شيء بديهي . بل قدّر له سبباً وجعل يفكر في السبب . وعبرت القرون على الكرة الأرضية والعقول حتى الفلسفية منها تعتقد أن سقوط التفاحة وانحدار الماء وغير ذلك من أشكال السقوط إنما هي أحداث طبيعية . أي

هي من سبب
لم يخطط
البداية . ف
فكر كل
تخميناً . ولا
سر . فما ذلك
هناك يد أن
على أن
ناموس ذلك
اكتشف
سنن الطبيعة
رياضي أعلى
أسفل ناموس

ولما كان
كرة تدور
تسقط في
الأجسام
لما رأى
سقوطاً
الجاذبة نحو
الساقطة الذ
(١) مات
منذ عهد كور

هي من سجايا الوجود . ولا سبب لها ولا تحتاج إلى برهان . فقال هذه بديهية .
لم يخطر لأحد أن يبحث عن هذا السر العجيب الغامض . ولكن نيوتن لم يقتنع بهذه
البداية . فرام أن يفهم لماذا سقطت التفاحة أمام نظره من تلقاء نفسها ولم ترتفع إلى فوق .
ففكر كل حياته ومات وهو لم يفهم ذلك السر ، ولا فهمه أحد آخر إلى الآن ، وإنما خمنوه
تخميناً . ولذلك اضطرَّ العقل البشري أن يرضخ لحكمة الطبيعة الغامضة ويقول : ليس هناك
سر . فاذ ذلك إلاَّ إرادة الطبيعة . كذا أرادت الطبيعة وكذا يكون . واللاهوتي يقول :
هناك يد الله تعمل .

على أن نيوتن إذا لم يعرف ذلك السر العميق الخفي فقد عرف بتفكيره البعيد الغور
ناموس ذلك السر ومقتضياته . وحسبه هذه المعرفة وكفى

اكتشف أن لذلك السقوط سنة سرمدية نظامية رياضية . وظهر بعدئذٍ للعلماء أن جميع
سائر الطبيعة رياضية كأن الطبيعة نفسها أستاذ رياضي ، أو بالأحرى إن الله تعالى البار بها عالم
رياضي أعلى وقد برأ الكون كله على قواعد رياضية . وكذلك لسقوط الأجسام من أعلى إلى
أسفل ناموس طبيعي رياضي . وهو ما جعل نيوتن يفكر ويبحث عن هذا الناموس .

٢ — اكتشاف نيوتن السر

ولما كان نيوتن قد علم من كتابات كوبرنيكس وبعض أسلافه من العلماء إن الأرض
كرة تدور حول نفسها وتطوف حول الشمس في مدار (فلك) واسع أدرك أن الأجسام
تسقط في اتجاه واحد نحو المركز ففهم أن في مركز الأرض قوة غير منظورة تجذب
الأجسام نحو المركز .

لما رأى نيوتن أن التفاحة أو أية مادة أخرى أينما كانت فوق سطح الأرض تسقط
سقوطاً ممتثلاً إلى الأرض ، أي أنها تتجه حتماً إلى مركز الأرض ، تنبه إلى أن هذه القوة
الجاذبة نحو المركز منتشرة في جميع الجهات بالتساوي . يؤيد ذلك ما علمه من ناموس الأجسام
الساقطة الذي اكتشفه جاليليو ^(١) أن الجسم كلما تقدم نحو المركز كان أسرع هبوطاً .

(١) مات جاليليو يوم ولد نيوتن . وكان علم الفلك شرع يتحرى من تلم انتحيم ويتسلسل سلماً تقياً
منذ عهد كوبرنيكس ، فكلير ، فجاليليو ، فنيوتن الخ

(انظر تفسيره في الملحق الأول في آخر الكتاب)

وعلم نيوتن ورأى أن هذه القوة تشتد كلما قرب الجسم الساقط الى المركز . فهي إذن في أشدها عند المركز وأضعفها كلما ابتعدت عن المركز ، ولكن على أي حساب تقوى وتضعف ؟ أو ما هي قاعدة استقواها وضعفها ؟

وكان طيخوبراهي قد سجل لعدة سنين مدارات (أفلاك) السيارات التي كانت معروفة لعهد مستعينا بالمقرب (التلسكوب) الذي اخترعه جاليليو . ثم جاء بعده كبلر ودرس أرصاد طيخوبراهي هذه درساً دقيقاً . فلاحظ أن هذه السيارات لا تسير في الفضاء اعتباطاً بل بنظام ، بل هي تسير في دوائر على أبعاد مقررة من الشمس . وليست مداراتها مستديرة تمام الاستدارة بل هي اهليلجية الشكل قليلاً والشمس في أحد محترقي الاهليلج . ولاحظ أيضاً أن سرعاتها متناسبة وبالتالي مدات دوراتها متناسبة أيضاً بالنسبة الى أبعادها عن الشمس . فاكتشف لحركاتها ثلاثة نواميس ثابتة لا تتغير .

- ١ - جميع أفلاك السيارات اهليلجية كثيراً أو قليلاً (الفلك هو المدار الذي يدور فيه السيار حول الشمس . والاهليلجي منه هو البيضي الشكل أي دائرة مستطيطة Oval) .
- ٢ - خط القوة Radius Sector في كل سيار يمسح في أوقات متساوية مساحات متساوية (خط القوة هو الخط الوهمي الممتد من مركز الشمس الى السيار يطول أو يقصر حسب ابتعاد السيار عن الشمس أو قربه منها في فلكه الاهليلجي)
- ٣ - نسبة مربع المدة التي يقضيها السيار الواحد الى مكعب بعده عن الشمس كنسبة مربع مدة أي سيار آخر الى مكعب بعده ^(١) .

٣ - الناموس أو القانون

ثم جاء نيوتن فدرس ملاحظات كل من كوبرنيكس ، وجاليليو ، وطيخوبراهي ، وكبلر درساً دقيقاً فاستنتج منها ناموس القوة التي تجذب الأجسام نحو المركز ، إذ ثبت له أن مركز الشمس يفعل في السيارات التي حولها كما يفعل مركز الأرض في القمر وفي الأجسام التي عليها . أما ما هي هذه القوة الفاعلة فلم يدرك . وإنما درى أن هناك قوة ، وأن لها نظاماً

(١) ترى شرح هذا في الملحق الرابع

رياضياً ، فساها جاذبية واستخرج نظامها الرياضي وهو الناموس الذي نحن بصددده :
ان القوة التي تجذب الاجرام أو الاجسام نحو المركز تنقص كربع البعد عن المركز .
مثال ذلك إذا كان الجرم المنجذب نحو المركز على بعد مقياس واحد (قل ميلاً أو فرسخاً أو ما شئت) وزن $\frac{2}{3}$ وزنه (وأحسب الوزن رطلاً أو طنّاً أو ألف طن كما تشاء)
فعلى بعد مقياسين وزن $\frac{2}{3}$ وعلى بعد ٣ مقاييس $\frac{2}{3}$ وعلى بعد ٤ مقاييس وزن $\frac{2}{3}$ وعلى
بعد ٥ وزن $\frac{2}{3}$ وهلمّ جرّاً .

هذا هو ناموس الجاذبية ^(١) الذي اكتشفه نيوتن ورأى انه يصدق على جميع حركات
السيارات وأقمارها . فالسيارات كلها تدور من حول الشمس بحسب هذه السنّة . والقمر
يدور من حول الارض حسب هذه السنّة أيضاً .
(وسترى تنمة الناموس في الفصل الثالث)

وأخيراً رأى علماء الفلك الطبيعي *Astrophysics* ان جميع الاجرام أفراداً وجماعات
تجري في الفضاء في أفلاك (مدارات) حول مراكز معينة حسب هذه السنّة أيضاً .
وفي يقين العلماء الآن ان سنّة الجاذبية هي سنّة تحرك الأكوان على الاطلاق .

٤ — سر الدوران

وهنا لابدّ من أن يعترض القارئ اعتراضاً وجيهاً قائلاً : ان دوران القمر من حول الارض
ودوران الارض وسائر السيارات من حول الشمس ، ودوران مجموعات الاجرام من حول مراكزها ،
ودوران الأكوان العظمى من حول مركزها الواحد ^(٢) — جميع هذه الدورانات ليست
كسقوط التفاحة على الارض ولا كانهدار المياه من الاعالي الى الاسفل ولا كتساقط الشهب
الى غير ذلك . تلك الاجرام تدور من حول مراكزها والتفاحة تهبط الى جهة المركز حيث تستقر
على السطح الذي يحول دونها ودون المركز . فكيف يطبق ناموس سقوط الاجسام على

(١) انظر شرحه في الملحق الثالث في آخر الكتاب

(٢) الكون مجموعة مجرات كمجرتنا المسماة درب التبان وكلها تدور من حول مركز واحد . ويقال

ان عددها نحو مليوني مجرة .

دوران الأجرام في أفلاك — ليس بين نوعي الحركة المذكورين من تماثل أو تشابه ، حتى يصدق عليهما ناموس واحد (١) .

هذا هو الظاهر في الحقيقة ، ولكن لا بدّ له من تفسير يتضح منه أن نوعي الحركة المذكورين يخضعان لناموس واحد ، الأمر الذي انتبه له نيوتن جيّداً : وهو يدلّك على سموّ عقل هذا الذي لا تكفي لوصفه كلمة عبقرى .

إن حركة الدوران حول المركز نتيجة فعل قوتين متعامدتين ، الأولى اندفاع الجرم في الفضاء بقوة خاصة (منفرد لها نبذة خاصة بعد أن نفرغ من هذا التفسير الذي نحن بصدد — النبذة الخامسة التالية) . والثانية جذب المركز له بقوة جاذبية نيوتن — نسميها « جاذبية نيوتن » تمييزاً لها عن أية قوة أخرى محرّكة كما سيتضح فيما بعد .

لو كان الجرم يندفع في الفضاء بقوة واحدة فقط لكان يندفع في خط مستقيم . هذا أمر بديهي إذا شئت أن تعتقد في البدهاءة وإلاّ فعليك بالاختبار . وإذا كان لايسير في خط مستقيم فلاي ناحية يميل وما الذي يميله ؟ — ليس له طريق طبيعي إلاّ الطريق الذي يندفع فيه وهو الطريق المستقيم .

ولكن إذا طرأت عليه قوة أخرى في خط اندفاعه زادت سرعة اندفاعه في خط سيره . وإذا طرأت عليه في خط معاكس لخط اندفاعه ردّته الى الوراء إن كانت أقوى من القوة التي دفعته أولاً ، أو إذا كانت أضعف ارتدّت هي ولكنها تنقص من سرعته بقدرها . ولكن إذا طرأت عليه قوة في خط معارض لخط اتجاّاه حوّلّت اتجاّاه الى اتجاّاه آخر بين اتجاّاه القوتين معاً كما هو واضح في كتب الطبيعيات ويعلمه جميع طلبتها .

فإذا قذفت أية قذيفة في الفضاء بقوة يد أو قوة منجنيق أو قوة مدفع وكان الجو خالياً من الهواء الذي يقاومها ، وجب أن تنطلق في الفضاء في خط مستقيم الى ما لا نهاية له ، لولا أن قوة جاذبية الأرض تعترض خط اندفاع القذيفة فتسميله نحوها . وحينئذ تنحرف القذيفة في خط ثالث هو نتيجة خطّي القوة المتعارضين وفقاً للقاعدة التي ذكرناها آنفاً .

(١) انظر الملحق الثاني . قانون المسارعة الدورانية .

ولما كانت قوة الجاذبية نحو المركز أقوى ، فلا بدَّ من أن تسير القذيفة الى مركز الأرض .
فترى خط سيرها ينحني الى أن تسقط على سطح الأرض أخيراً . ولو كانت الأرض غازية
لطيفة رقيقة المادة ، لانحدرت القذيفة الثقيلة الى مركز الأرض .
ما انحنت القذيفة في سيرها إلا لأن قوة الجاذبية نحو مركز الأرض أقوى من القوة
التي دفعتها إلى الفضاء .

لو كانت القوة التي دفعتها في الفضاء في خط أفقي فوق طبقة الهواء تستطيع أن
تقدفها بسرعة ٤ أميال وتسعة أعشار الميل في الثانية ، لما سقطت هذه القذيفة الى الأرض
بناتاً ، بل لبقيت تدور حول الأرض كقمر صغير حولها الى أبد بعيد جداً ، لأن القوة التي
دفعتها في تلك المنطقة حول مركز الأرض تعادل قوة جاذبية مركز الأرض لها ^(١) في تلك
المنطقة . أي أن القوتين متعادلتين فتسير القذيفة في خط متوسط بين خطي القوتين
وهو بينهما عند ٤٥ درجة لكل منهما كما هو معلوم للرياضي الطبيعي (انظر قانون المسارعة
في الملحق الثاني)

٥ — القوتان المتعامدتان

وهنا يبدر الى ذهن القارئ هذا السؤال :

فهمنا ان القوة التي كانت تستميل القذيفة نحو المركز بحيث تسير في خطٍ منحني هي قوة
جاذبية مركز الأرض ، وكذلك هي نفس القوة التي تحني خطوط جميع السيارات من حول
الشمس . فهمنا ذلك . ولكن ما هي القوة الأخرى التي قذفت بالقمر وبالسيارات أولاً
فاندفعت في الفضاء ثم لاقتها قوة الجاذبية فاستمالتها وحنّت خطوط اندفاعها ؟ .

هذا سؤال وجيه أيضاً . وله تفسير لا نقول إنه بسيط ، ولكن يمكننا ان نقول انه
تفسير بديع .

هذا البحث يردنا الى : أولاً ، كيفية انبثاق السيارات من الشمس . وانبثاق القمر من
الأرض . بل يردنا ثانياً الى كيفية تكوُّن الأجرام . وهذا نرجئه الى الفصلين الثامن والتاسع .

(١) البرهان في الملحق السادس في آخر الكتاب

وأما انبثاق السيارات والاقمار . فهو انتشار هذه الاجرام الصغيرة من أمهاتها بأسباب مختلف عليها فقهاء الفلك . ونحن نعبأ بأحدثها وأصوبها وهو ما شرحه العلامة الكبير السير تاجيس تميميز . ولا محل لشرحه هنا بالأسهاب وإنما نغير الى مجمل النظرية .

وهو ان الاجرام تتجاذب فيما بينها بحكم سنّة الجاذبية . فاذا تقارب جرمان في سيرهما وهما في الحالة الغازية ارتفعت من سطوحهما أكوام بفعل الجذب كما ترتفع مياه البحر عندنا بفعل جاذبية القمر ، فيحدث ذلك على الشاطئ جزراً ثم مداً بعد ابتعاد القمر . هذا نفس ما حدث للشمس حين اتفق اقترابها من جرم آخر . فكللها فعل في الآخر مثل ما يفعل القمر في بحار الأرض . والا كبر يفعل بالأصغر أكثر مما يفعل هذا به .

سأل ذلك الجرم من جرم الشمس كومة عظيمة تفتت بعد تباعد الجرمين — الشمس والجرم الآخر الاكبر — وكان الفتات هذه السيارات .

وعلى هذا النمط ولد القمر من الارض .

ان بيان ميلاد السيارات والاقمار ليس الجواب المباشر لسؤال القارئ الآنف الذكر، بل

هو توطئة له

اذا كنت مأمراً بشيء من علم الفلك، فانك تعلم ان جرم الشمس ككل جرم يدور على محوره، ويتم الدورة كل ٢٥ و ٢٤ يوماً تقريباً . واذا علمت ان محيط الشمس المستوائي أي محيط منطقته الوسطى، نحو ٢٠٧١٥٠٧٤٣ ميلاً تقريباً علمت ان سرعة ذلك المحيط نحو ٠٩٣ من الميل في الثانية . في حين ان سرعة محيط الارض أقل من ثلث ميل في الثانية .

وندرك حينئذ ان الكتل التي تنتثر منها تنفض بمثل هذه السرعة أو سرعة فائقة على كل حال . ولكنها تنقذف بنفس اتجاه الدورات . لانه معلوم طبيعياً بالملاحظة والاستقراء (وبالبدية اذا شئت) ان الجسم يأخذ دائماً نفس حركة الجسم الذي انفصل عنه ونفس سرعته .

إن جميع الاجرام تدور كالشمس على محاورها في اتجاه واحد على الاطلاق . ثم إنها تسير دائرة من حول مركزها في نفس ذلك الاتجاه، كأنها موكب حافل عظيم يطوف في انحاء

من حول ذلك
الجرم
كان يجذب
مسيرها و
بفعل ذلك
أسرع من
هو الخط الم
ولما تباعد

سطح الشمس
تكبحها و
وضعت جد

ولا يخفى
ولكنها لم ت

تؤثر الشمس
وهنا م
منها الآن ،
أخذت تلك
ذلك ه

تدفع الكتل
التي تعاونت
فترى
تعاونتا في

(١) بد
الشذوذ تليلاً

من حول ذلك المركز العام بسبب سنّة الدوران أيضاً (١).

الجرم الذي مرّ بمقربة من الشمس أو هي مرّت بمقربة منه وهو أضخم منها جداً كان يجذب كتلة الشمس كما تقدم القول في نفس اتجاه دوران الشمس على محورها واتجاه مسيرها واتجاه سيره هو أيضاً في اتجاه واحد ، فالتحذت تلك الكتلة المنتثرة من الشمس بفعل ذلك الجرم الغليظ الذي كان والشمس يتقاربان وهما في اتجاه واحد أيضاً ولكن أحدهما أسرع من الآخر — اتخذت تلك الكتلة اتجاهاً أفقيّاً بالنسبة إلى الشمس فكان ذلك الاتجاه هو الخط المعامد أو المعارض لخط قوة جاذبية الأرض .

ولما تباعد ذلك الجرم والشمس بقيت تلك الكتلة السيارة تجري في الفضاء بعيدة عن سطح الشمس ، ولكنها لم تستطع أن تشرّد في الفضاء لأن قوة جاذبية الشمس كانت لا تزال تكبحها وتمنع شرودها ولا سيما لأن ذلك الجرم شرع يفارقها وتناقصت قوة جذبها وضعفت جداً .

ولا يخفى عليك أن مثل ذلك حدث في الجرم الذي سطا على الشمس وارتفعت منه كتلة . ولكنها لم ترتفع أكثر مما يرتفع الماء عندنا في حالة المد ، لأنه أكبر من الشمس جداً ، فلا تؤثر الشمس فيه أكثر مما يؤثر القمر على أرضنا .

وهنا ملاحظة أخرى لا بدّ من انتباه القارئ لها وهي أن الشمس كانت أكبر حجماً منها الآن ، وكانت ألطف كثافة وكانت سرعة دورانها المحورية أشد . فالأجرام المنتثرة منها أخذت تلك السرعة القديمة .

ذلك هو مصدر « القوة الخاصة » التي أشرنا إليها في نبذة سائفة (٤) القوة التي كانت تدفع الكتلة المشتقة في خط معارض لخط جاذبية الشمس الذي كان يحنيه . هذه هي القوة التي تعاونت مع قوة جاذبية المركز في الزام السيارات أن تدور حول الشمس .

فترى أن مصدر القوتين واحد . الجاذبية — جاذبيتان من جرمين مختلفين حجماً وسرعة تعاوتتا في إحراج جرم أن يدور حول مركز .

(١) بعض آثار السيارات تدور في اتجاه مخالف للاتجاه العام . وإلى الآن لم يبال الفلكيون هذا الشذوذ تليلاً مقنعاً

ثم هناك نتيجة أخرى لانسلاخ كتل من جرم وبقائها تطوف من حوله كما حدث في انسلاخ السيارات من الشمس . وهذه النتيجة هي أن الكتلة المنسلخة من الجرم (الشمس مثلاً) تكتسب منها حركة الدوران على محورها . إذ هو معلوم أن جميع كتل الشمس في بدنها في ثورات دورانية عنيفة تتقلب ملتفة حول أنفسها . فإذا أفلتت من الشمس بقيت لها هذه الحركة الالتفافية . ولهذا ترى أن السيارات كلها تدور على محاورها ، حتى القمر الذي لا يرى إلاّ وجهاً واحداً منه يتم في الفضاء دورة واحدة على محوره كلما أتمّ دورة من حول الأرض . أي كل شهر قري .

يكفي ما تقدم بياناً لتسبب الجاذبية حركة الدوران من حول المركز ومن حول المحور . وقد ظهر منه بوضوح أن التفاحة الساقطة على سطح الأرض لم تدور حول الأرض كالسيار لأنه ليس ثمة قوة أخرى معامدة لخط قوة الجاذبية كافية لكي تمزجها إلى الدوران . وكذلك القذيفة التي قذفتها اليد أو البندقية أو المدفع ، فانها سقطت أخيراً على سطح الأرض لأن القوة القاذفة لم تكن مكافئة لقوة الجاذبية لكي تمنحها حركة الدوران .

بقي بحث خطير الشأن في تعميم سنة الجاذبية على كل جرم وكل جماعة أجرام . وكل جزء من أجزاء الجرم وكل ذرة من ذراته وذراته . وسنفرد له فصلاً خاصاً فيما يلي .

أشرنا في
فهو غير كامل
ضبطه نيوتن
« كل ذ
بالقلب : يع
الآخر بنسبة
الجاذبية

ج =

وم رمر

وستتضمن

ان تجاذ

ولا يخفى على

القنطار مثلاً

الأرض . وإ

سطح القمر

ومن ح

يزن على ش

وهو م

كتلته ولطا

الفصل الثالث

شمول ناموس الجاذبية

١ — تجاذب الكتل

أشرنا فيما سبق الى أن ناموس الجاذبية الذي ذكرناه لنيوتن ليس إلاّ إجمالاً للناموس فهو غير كامل كما ضبطه نيوتن . وقد أشرنا الى ذلك في نبذة ٣ من الفصل السابق . وقد ضبطه نيوتن هكذا : —

« كل ذرّة من كل جرم تجذب كل ذرّة من ذرّات الجرم الآخر بنسبة مربع البعد بينهما بالقلب »: يعني أن الأرض والشمس تتجاذبان بمحصل ضرب عدد ذرّات كل منهما بعدد ذرّات الآخر بنسبة مربع البعد بينهما هكذا :

$$\text{الجاذبية} = \frac{\text{الأرض} \times \text{الشمس}}{\text{مربع المسافة بينهما}} \text{ وبعبارة رمزية}$$

$$\text{ج} = \frac{\text{ش} \times \text{م}}{\text{م}^2} \text{ باعتبار ان ج رمز الجاذبية وض رمز الأرض وان ش رمز الشمس}$$

وم رمز المسافة

وستتضح هذه المعادلة البسيطة جيّداً في الملحق الثالث قسم ثان في آخر الكتاب . ان تجاذب الأجرام هو بالحقيقة تجاذب ذرّاتها من جرم الى جرم بنسبة مربع البعد بينهما . ولا يخفى عليك ان الثقل هو عبارة مرادفة للجذب . وبالتالي هو مقدار الجذب نفسه . فنقل القنطار مثلاً على الأرض هو مقدار جذب ذرات الأرض لذرّات القنطار بنسبة بُعد مركز الأرض . وإذا روعيت كتلة كل من القمر والأرض ونصف قطر كل منهما كان القنطار على سطح القمر وزن ٦ قناطير على الأرض .

ومن حيث البعد عن المركز ترى ان الجسم وزن بالميزان الحلزوني على قمة الجبل أقل مما وزن على شاطئ البحر ، لأن هذا أقرب من ذاك الى مركز الأرض .

٢ — توازن الاجرام حول المركز

وهو معلوم في علم الطبيعيات ان الجسم مهما اختلف شكله الهندسي واختلفت كثافته كتلته ولطافتها فلا بدّ من أن يكون له مركز تتوازن جميع أجزائه من حوله . ويسمى هذا المركز

« مركز الثقل » . مثال ذلك : اذا كان عندك علبه مستطيلة من خشب وقد طوقت بعض حدودها بالحديد ووضعت في جانب منها رصاصاً وملأت باقي فراغها بالورق والقطن فلا بد أن تكون في ناحية منها نقطة تتوازن من حولها جميع أجزائها ومحتوياتها حتى اذا علقت بحبل في تلك النقطة المركزية كانت متوازنة فلا تميل الى جانب دون آخر . هذه النقطة المذكورة هي مركز الثقل .

والقمر والأرض باعتبار انهما جرمان متلازمان كجرم واحد ومتجاذبان ، فمركز الأرض يختلف باختلاف موقع القمر من الأرض . ويكون دائماً أقرب إلى ناحية القمر وأبعد عن المركز الأصلي لأنه هو المركز المشترك بينهما .

كذلك المركز المشترك للشمس وسياراتها يتغير كل دقيقة بحسب تغير مواقع السيارات من حولها لأنها وسياراتها تعتبر كجرم واحد وتشترك جميعاً بمركز ثقل واحد . وإذا اتفق في دهر من الأذهار ان جميع السيارات كانت في خط واحد من ناحية واحدة من نواحي الشمس أصبح مركز الثقل في الشمس أبعد عن مركزها الأصلي عدة أميال . ثم يعود فيقترب إلى المركز الأصلي تدريجياً كلما تفتتت السيارات من حول الشمس . وفي نفس ذلك الوقت تتغير مراكز السيارات أنفسها أيضاً حسب نسبة مواقعها بعضها إلى بعض وإلى الشمس .

٣ — تفاعل القوى الجاذبة

وتقارب السيارات بعضها من بعض يقوي التجاذب بينها وقد يقاوم جاذبية الشمس مقاومة زهيدة ، فتتغير سرعتها بسبب هذا التجاذب كما لاحظ الفلكيون ذلك جيداً ولهذا السبب كان السيار أورانوس في بعض الأزمان يختلف ميقاته ويختلف أيضاً سعة فلكه (أي مداره) وموضعه . فدرس هذا الاختلاف بعض الفلكيين وبينهم ليمونيه درساً دقيقاً طويلاً الى ان قرر هذا ان هناك سياراً آخر يؤثر عليه فضلاً عن تأثير زحل جاره . وما لبثت المراصد ان اكتشفت السيار نبتون بحسب نبوءات ليمونيه وزملائه .

وبمثل هذا السبب وهذه الملاحظات الرصدية حكم بوجود السيار بلوتو الاخير ثم اكتشف كما تنبأ به وكان المتنبئون يعولون في تنبؤاتهم على تأثير الجاذبية في الاجرام المتقاربة والمتباعدة . وحساباتهم الدقيقة كانت تكشف ليس عن مواقع السيار المتنبأ به فقط بل عن بعض خواصه أيضاً كمقدار كتلته وحجمه وكثافته الخ .

وحاصل القول ان اكتشاف نبتون لنا موس الجاذبية مهد الطريق لاكتشافات علمية عديدة فلكية وغير فلكية . وأثبت ان كل حركة في الكون إنما هي تتجه بقوة الجاذبية . الجاذبية قوة القوى . القوة القصوى .

الفصل الرابع

مصدر القوى

١ — ظاهرات الجاذبية

الجاذبية مصدر كل قوة في الوجود على الإطلاق . ولايضاح ذلك نشرح ظاهرات القوى العاملة على الارض .

نأخذ أبسط هذه الظاهرات أولاً .

أقدم ما عرفنا من الآلات لا تستخدم المياه المنحدرة المطاحن أو الطواحين المائية التي يُدار فيها حجر الرحي بقوة المياه المنحدرة من عل في شبه بئر يجري اليها الماء ثم يندفع من كوة في أسفلها بزخم شديد مساوٍ لارتفاع البئر أي عمقها . فتصدم المياه أضلاع دولاب موضوع وضعاً دقيقاً ومحوره متصل في غرفة الطحن بحجر الرحي فوقه . فيدور هذا الدولاب ويدور به حجر الرحي على حجر آخر ثابت ويرسل القمح من ثقب كبير في الحجر الأعلى الى ما بين الحجرين فتسحق الحنطة بينهما

أما الدولاب الذي نحن بصدده فهو قرمة غليظة من الخشب مستديرة غرزت في محيطها الاضلاع التي أشرنا اليها آنفاً على أبعاد متساوية متقاربة وعرضها مائل نحو ٣٠ درجة على الأفق والمحور العمودي المار بالقرمة والمثبت فيها مركزاً على حفرة صغيرة مستديرة مقعرة لكي يدور عليها ، حتى اذا تدفقت المياه على الضلع الواحدة دفعتها خلف محلها الضلع التي وراءها فيدفعها الماء فتأتي التي ورائها الى محلها . وهكذا دواليك فيدور الدولاب ويدور به حجر الرحي .

هذه أقدم عملية آلية تتحرك بقوة اندفاع الماء . ولا نعلم متى اخترعت ، ولا من اخترعها وكيف تنبه لها القدماء وأدركوا أن للمياه المنحدرة قوة يمكن استخدامها والانتفاع بها . على نفس هذا المبدأ تستخدم الآن المياه المنحدرة لادارة الدِّينَمو لتوليد الكهرباء . وأظن أن أول ما استعملت المياه المنحدرة لهذا الغرض بقوة كبيرة كن في شلالات نياغرا

في أميركا حيث تولد قوة نصف مليون حصان . والآن قد شاع هذا النمط لتوليد القوة في كل بلد في أميركا وأوروبا حتى في لبنان أيضاً .
فكأن قوة الماء المنحدرة تدحوات إلى قوة كهربائية كما لا يخفى . وهذه القوة تمتاز على القوة المائية بإمكان نقلها إلى مسافات بعيدة بواسطة الأسلاك ، وإمكان توزيعها بمقادير مختلفة حسب مشيئة الإنسان ، واستعمالها لإدارة الآلات المختلفة الأغراض ، وتحويلها إلى نور وحرارة وإلى أمواج كهربية كأمواج الراديو مثلاً وإلى أغراض أخرى عديدة فمن أين هذه القوة التي في المياه المنحدرة وقد أدارت حجر الرحي والدينامو (المحرك الكهربائي) .

هي ثقل الماء الهابط . والثقل معادل للكتلة الهابطة . وسبب الثقل هو جذب كتلة الأرض للماء نحو مركزها . الماء هابط بفعل الجاذبية . إذن فالذي يدير الرحي هو الجاذبية . والذي يدير الدينامو هي ، أيضاً بفعل الماء الهابط ، الجاذبية .
ومن أين جاءت المياه المنحدرة .

من المطر الذي يسقط من الجو ويتغلغل في آربة الجبال وشقوق صخورها ، والثلج الذي يهبط من الجو في الشتاء ثم يذوب في الصيف وينحدر بفعل الجاذبية .
ومن أين ماء المطر والثلج ؟

من بخار الماء الذي كان أخف من الهواء فتصاعد في الجبل ثم برد هواء الجبل فتقلص وانعصر ماء البخار منه فهبط مطراً أو ثلجاً . فالبخار كان وهو يتصاعد يعاكس فعل الجاذبية ، لأن الهواء أثقل منه فيرسب . فلما برد ثقل وهبط فكأنه كان بصعوده يخزن قوة الجاذبية . فلما هبط ردّ قوة الجاذبية التي كان يخزنها .
وما الذي يحرّ الماء ؟

حرارة الشمس . فكأنها فعلت فعلاً مضاداً لفعل الجاذبية الأرضية وخزنت بالبخار هذه القوة . وسترى أن الحرارة فعل جاذبي أيضاً .

قد يقول القارئ هناك دينمو يدور بقوة الآلة البخارية . وحجر الرحي يمكن أن يدور بقوة البخار . وكثير من الآلات تدور بها أيضاً . فمن أين قوة البخار هذه التي تدير الآلات ؟

هو معلوم
الحرارة التي
أي شيء يحترق
إذن قوة أيضاً
ومن أين
كان الفحم
ينمو كانت
الفحم وغيره
ومن أين
حرارة
مغناطيسياً .
وما هو
هنا
Atom لكي
باختصار كلي
الجوهر
أنه يتجزأ كـ
والى ما لا يحصى
تختلف باختلاف
وهما الأول
نواة الذرة
تبلغ ٩٢ بر

هو معلوم ان قوة الآلة البخارية ناتجة من تمدد البخار المائي . وهذا التمدد ناجم عن الحرارة التي تبعد الذرات بعضها عن بعض والصادرة من إحراق الفحم والخطب والبتروول أو أي شيء يحترق . والحرارة حركة نشطة من الاشعاع الشمسي والحركة حاملة قوة . فالحرارة إذن قوة أيضاً .

ومن أين جاءت الحرارة للفحم حين كان يحترق مع إنه كان بارداً قبل الاحتراق . كان الفحم وسواه نباتاً في الأصل والنبات نبت ونما بفعل حرارة الشمس ونورها . فبينما هو ينمو كانت الحرارة تخزن فيه ، أي الحركة كمنت . فلما أحرق اتحد الأكسجين مع ذرات الفحم وغيره مما يحترق . وأثار الحركة ثانية بصورة حرارة . فالحرارة قوة أيضاً . ومن أين حرارة الشمس ؟

حرارة الشمس ونورها أيضاً شكلان لاشعاع واحد يسمى شعاعاً كهرومغناطيسياً ، أي كهرومغناطيسياً . وهو تموج من صنف تموج الراديو — كهرومغناطيسي . وما هو مصدر التموج الكهرومغناطيسي ؟

٢ — تركيب الذرة

هنا نرانا مضطرين أن نأتي باختصار وبكل بساطة على تركيب الذرة ، أي الجوهر الفرد Atom لكي نتأثر بمصدر الكهرومغناطيسية . وهو بحث طويل جداً يستغرق مجلداً فننوه به تنويراً باختصار كلي .

الجوهر الفرد هو الجزء الأول للمادة لأنه لا يتجزأ كيميائياً . ولكن العلماء رأوا أخيراً أنه يتجزأ كهربائياً . هو الجزء الذي تتألف منه أجسام المادة من حجر وماء وشجر ولحم وإلى ما لا يحصى مما يرى من أشكال المادة . والجواهر الفردة أي الذرات ٩٢ صنفاً كيميائياً تختلف باختلاف أعداد العناصر أي الذريتين اللتين تتألف منهما الذرة (الجوهر الفرد) وهما الأيون (البروتون) والكهرب (الإلكترون) .

نواة الذرة تؤلف من بروتونات مفردة في الهيدروجين ومتعددة في ما سواه إلى أن تبلغ ٩٢ بروتوناً في الأورانيوم جد الراديوم يعدها ١٤٦ نيوترونات . وكل بروتون

كهربيّة - ابله دائراً حول النواة في فلك كالسيار حول الشمس . والقرّة التي تدير هذه الكهربات من حول نفسها أولاً ثم من حول النواة في أفلاك ثانياً ، هي نفس قوة الجاذبية التي تدير الأرض حول محورها ثم حول الشمس .

دورانات النواة والكهربات على محاورها ودورانات الكهربات من حول النواة كلها في اتجاه واحد كدورانات السيارات حول الشمس .

فالذرة صغيرة كالهيدروجين أو عظيمة كالأورانيوم تعتبر نظاماً جاذبياً قائماً بذاته كالنظام الشمسي تماماً .

وهنا أتخيلك تتعمق في التساؤل عن أصل هذه القوة العظمى ، أم القوى ، أو عن مصدرها الأول — ما هو مصدر هذه القوة ؟

— إذن يجب أن نتعمق في البحث عن أصل المادة — الهيلي . فإليك البيان .

٣ — الهيلي

الهيلي ، أي ذرات المادة (الذرات الأصلية الأولى) هي أدق الذرات . هي أصغر من الكهربي . إن ١٨٤٠ كهربيًا تساوي بروتوناً . والكهربي إذا طبق على البروتون انحلالاً بلعنة شعاع إلى فوتونات أي ضوئيات .

ينحل الكهربي إلى عشرة آلاف فوتون . فالبروتون إذن ينحل إلى ١٨٤٠٠٠٠ فوتون (الكثرون) والفوتون هو أدق أجزاء المادة . إلى الآن لم يعرف إن كان الفوتون مؤلفاً من أجزاء أدق . يعتبر الآن هو المادة الأولى — الهيلي .

وجدت الهيلي أو الفوتونات ، أو خلقها الخالق ، ولها ثلاث سجايا أو طباع أو خواص :
١ — خاصية الامتداد الثلاثي : الطول والعرض والسّمك .

٢ — متحركة : تتحرك حركة دورانية على نفسها . دورة محورية . وجميعها في اتجاه واحد .

٣ — متجاذبة — يجذب بعضها بعضاً فالأقرب فالأقرب . والأقرب أقوى من الآخر
الابتعد بالنسبة لواحد آخر بينهما

هذه خواص ذرات المادة الأولى

إذا لم تكن لها هذه الخواص الثلاث ولا سيما الأولى فإذا تكون؟ إذا لم تكن ذات امتداد فهي عدم وليس للحيز نفسه وجود. إن الذي أوجد المكان أوجد المادة فيه. ولولا وجودها لما كان للمكان وجود. تصور الفضاء خالياً من المادة فهل تستطيع أن تتصور وجوداً. ينعدم المكان بانعدام المادة التي تشغله^(١)

وإذا لم تكن متحركة فما هي موجودة أيضاً. تصور أجزاء المادة أو ذراتها أو ذرياتها أو فوتوناتها أو مجموعاتا ثابتة غير متحركة. تصورها هكذا. فما الفرق بينها وبين عدم وكيف نحس بوجودها. بل قل لي كيف تتصور عدم. كيف تتصوره غير هذا الجمود المطلق. وإذا لم تكن ثم حركة فكيف يكون ثم زمان. الزمان مقياس الحركة. وإذا لم تكن متجاذبة فكيف تتجمع في كتل وأجرام الخ. تصورها غير متجاذبة. تبقى ساكنة في أماكنها وحينئذ تكون كالعدم أيضاً.

نذهب إلى أن لذرات المادة الأولى هذه الخواص الثلاث الرئيسية، لأن علماء الفلك الطبيعي والرياضي تحققوا أن لجميع الأجرام دورانات محورية في اتجاه واحد وأن مجموعات الأجرام تدور من حول مراكزها في اتجاه واحد أيضاً. وكذلك علماء الجوهر الفرد - أي الذرة - لاحظوا أن ذراتها الكهربية (الالكترونات) والبروتونات تدور على محاورها وتلك تدور حول هذه في اتجاه واحد أيضاً. ودورانها خاضع لسنة الجاذبية تمام الخضوع.

فن هذه الملاحظات نستنتج أن جميع أجزاء المادة وجماعاتها من ذرات وذرات وكتل وأجرام وجماعات أجرام سائرة في هذا الفضاء العظيم مواكب مختلفة وسرعات مختلفة بحسب البعد عن المركز. ولكنها كلها في اتجاه واحد. والعامل الوحيد في هذا السير هو الجاذبية. الجاذبية بين الذرات وبين جماعات الذرات وكتلتها الخ^(٢).

وأخيراً لك أن تقول إن كل حركة في هذا الكون الأعظم هي نتيجة قوة الجاذبية.

(١) تجد في كتابنا « هندسة الكون - النسبية » فصلاً ضافياً بهذا المعنى تحت عنوان « الزمكان »

(الزمان المكان)

(٢) تجد بحثاً في جاذبية ذرات الذرة في كتابي « علم الذرة » الذي سيصدر قريباً إن شاء الله

٤ — فاموس السرعة

فهمت مما تقدم ان الجاذبية قوة، والقوة تحدث حركة. ولالجسم المتحرك سرعة بمدة معينة. فمقدار السرعة اذن من فعل الجاذبية. وله ناموس مشتق من ناموس الجاذبية نفسه. وقد علمت ان قوة الجذب تنقص كربع البعد عن المركز، وكذلك مقدار السرعة ينقص بنسبة البعد عنه على هذه القاعدة: وهي نسبة مربع سرعة الجرم الواحد في الثانية الى مربع سرعة الجرم الآخر كنسبة بُعد الآخر الى بُعد الأول. وبعبارة رياضية أخرى أبسط. مربع مقدار سرعة الواحد مضروب في مسافة بُعدة عن المركز تساوي مربع مقدار سرعة الآخر مضروبة في مسافة بُعدة عن الآخر.

وقبل التمثيل على هذا القانون نلقت نظر القارئ الى اصطلاح العلماء على الأقيسة في النظام الشمسي. فقد اتفقوا على جعل بُعد الأرض عن الشمس أي طول المسافة بينهما مقياساً للابعاد أو المسافات الفلكية فحسبوه متراً فلكياً واحداً (مع انه ٩٣ مليون ميل أو ١٤٩٤٥ مليون كيلومتر) والأفضل ان نسميه «المقياس الفلكي».

فاذا قلنا ان نصف قطر فلك المشتري ٥٢٠ مقياس فلكي عنينا ان متوسط بُعد المشتري عن الشمس خمس مرات وعشر ان بُعد الأرض.

(وكذلك سمو السنة الأرضية مقياساً زمنياً لدوران السيارات حول الشمس)

فبناءً على قانون السرعة المشار اليه إذا كانت سرعة الأرض في فلكها $18\frac{1}{3}$ ميل بالثانية فيجب أن تكون سرعة المشتري ٨٦١ ميل في الثانية، لأننا إذا طبقنا هذه القاعدة على هذه النسبة كان لنا.

$$\begin{aligned} \text{مربع سرعة الأرض } (18\frac{1}{3})^2 \times \text{بعدها بالمقياس الفلكي وهو واحد} &= \text{مربع سرعة} \\ \text{المشتري } (861)^2 \times \text{بعده عن الشمس هكذا } (18\frac{1}{3})^2 \times 1 &= \\ (861)^2 \times 52 \text{ امتحن ذلك.} \end{aligned}$$

(لبرهنة القانون انظر الملحق الخامس بآخر الكتاب).

الفصل الخامس

سر التجاذب

١ — نظرية الايثر

أول عقبة قامت أمام نظرية الجاذبية هي الإجابة على السؤال الآتي : ما هي الوسيلة التي تنتقل عليها أو فيها أو بها هذه القوة من ذريرة الى ذريرة ومن جرم الى جرم ؟ —
لأنه إذا كانت الذريرات كالأجرام تدور بعضها حول بعض بفعل قوة الجاذبية فاذاً بينها فراغ تحيط به أفلاك (مدارات) فكيف تعبر تلك القوة هذه المدارات . وباصطلاح العلماء كيف يمكن أن يكون الفعل عن بُعد — عن مسافة ؟

تشاهد هذا الفعل السري أو الغامض إذا كنت تدني مسباراً مثلاً الى نبضه مغنطيس . فترى ان المغنطيس اجتذب المسبار قبل أن تقربه اليه وبينهما في نظرنا فراغ ، فما في هذا الفراغ من الواسطة أو الوسط لنقل هذه القوة من المغنطيس الى المسبار ، ومن الأرض الى القمر ومن الشمس الى سياراتها ؟

مثل هذه العقبة السرية المحيرة قامت في سبيل انتقال نور الشمس وحرارتها الى الأرض — أو انتقالها على الاطلاق — أيضاً .

أما من حيث انتقال النور والحرارة معه فقد زعم نيوتن أن النور ذريرات Corpuscles تنطلق من الجسم المنير بسرعة ١٩٠ ألف ميل في الثانية (والسرعة التي تقررت أخيراً ١٨٦ ألف ميل) ولكن رأي أن النور يسير أمواجاً ، فقالوا إن الزعم الأصح ان تقرض مادة خفيفة جداً جداً مائة الفضاء ، مموها ايثراً ، وان النور حركة صادرة من الجسم المنير تصدر أمواجاً في هذا الفضاء الايثيري . ولا يزال فرض الايثر بين الشك واليقين إلى اليوم . ولكن بعض أساطين العلماء مثل تيجينز ولودج وغيرهما يرجحونه واينشطين لا ينقضه ، ولكن يقول إن نظريته النسبية تستغني عنه .

هذا من جهة انتقال النور، وأما من جهة انتقال الحرارة فهي ضلع من النور مصاحبة له.
وأما من جهة انتقال قوة الجاذبية فلم يقل نيوتن شيئاً بل لم يقل كيف يحدث التجاذب
عن بعد بتاتاً. فبقي هذا سرّاً غامضاً الى اليوم.
على ان اينشتاين المغموم بنظرية « الزمكان » (اندماج الزمان بالمكان) ينسب للفعل الجاذبي
زماناً. وبهذه النسبة تقح جاذبية نيوتن. فاذا كانت قوة الجاذبية تستغرق وقتاً في انتقالها
فهي اذن كالنور تموج ايثري، أي أن حركات ذرات الجسم الجاذب تحدث أمواجاً جاذبية في
الايثر، فتصدم الجسم المجذوب وتحدث فيه حركة الدورانين: الدوران المحوري والدوران
المركزي، من حول المركز.

٢ — لنز الجاذبية

اكتشف نيوتن ناموس الجاذبية وطبقه على جميع السيارات حتى على جميع الاجرام
المتحركة. ولكنه لم يقل لنا ما هي الجاذبية أو ما هو سرها. أو بعبارة أصح ما هو سبب
دوران السيارات حول الشمس بسرعات متناسبة مع أبعادها عن الشمس.
وما زال العلماء حتى اليوم حيارى في هذا السر، حتى اذا كلّوا عن فهمه قالوا لماذا
نحسب الجاذبية سرّاً. لماذا لا نحسبها طبيعة في المادة؟ لماذا لا نقول إن المادة مخلوقة
يجذب بعضها بعضاً؟ فلا سر هناك. وانما نحن اختلقنا لها سرّاً وجعلناه مجهولاً أو مستحيل
التفسير، في حين أن المسألة بسيطة لا تحتاج الى إعمال فكر. الجاذبية صفة من صفات المادة كما
ان الألفة الكيميائية صفة من صفات الذرات، والتبلُّر صفة من صفات الجزيئات Molecules
والذوبان صفة أخرى وهلمّ جرّاً. (والحقيقة ان لهذه جميعاً أسباباً طبيعية ليس هنا محل بيانها)
ولكن لو كانت الجاذبية تجاذباً فقط بين جسمين لا اكتفين بتفسيرها بأنها خاصية من
خاصيات المادة، ولكنها ليست مجرد تجاذب فقط، بل هي مع ذلك دوران جسم حول مركز
بسرعة مقيدة ببعد الجسم عن المركز. هذه أهم ظاهرة من ظواهر الجاذبية. وغرضنا هنا
كشف هذا السر في صميمه إن أمكن.

٣ — ضلنا الجاذبية

إذا حللنا ظاهرة الجاذبية رأيناها تنحل ظاهرتين: الأولى التجاذب بين جسمين

في خط مستقيم
من الشجرة
الظاهرة

دوران الأرو
والكثافة الم

Binary star

في الظاهر

وهذه النسبة

حتى اذا اخذ

أسرع من ا

فيظهر

(الشمس) و

الأخرى تس

جميع الاجر

شارد عن م

الظاهرتين ا

مصدر واحد

ويظهر

تنتجان حر

من تسلطهم

هذه الحالة

١ —

٢ —

.....

(١) را

في خط مستقيم الى ان يتصل احدهما بالآخر كتجاذب المغنطيس والحديد وسقوط التفاحة من الشجرة الى الارض .

الظاهرة الثانية دوران جرم صغير حول جرم كبير كدوران اقمر من حول الارض ، أو دوران الارض ومائر السيارات من حول الشمس ، أو دوران جرمين غير متفاوتين بالحجم والكثافة المادية Mass كثيراً ، حول مركز التجاذب بينهما ، كدوران فرعي النجم المزدوج Binary star المتباعدين حول نقطة التجاذب بينهما .

في الظاهرة الثانية يدور الجرم الدائر حول المركز بسرعة مناسبة لبعده عن المركز . وهذه النسبة بين السرعة والبعء ، خاضعة لناموس الجاذبية كما تقدم بيانه في الفصل السابق ، حتى اذا اختلفت نسبة السرعة هذه سقط الجرم الى المركز ان كان أبطأ أو شرد عنه ان كان أسرع من القدر القانوني (راجع نبذة ٤ من الفصل الثاني) .

فيظهر مما تقدم ، أولاً : أن الجرم الدائر (كالقمر من حول الارض أو الارض من حول الشمس) واقع تحت سلطة قوتين ^(١) القوة الواحدة تسوقه في خط سيره المستقيم ، والقوة الأخرى تستميله نحو المركز فتجعل خط سيره منحنياً في دائرة حول المركز . ولأننا نرى جميع الأجرام ، سيارات وغير سيارات ، تدور من حول مراكز خاصة بكل منها ، وما من جرم شارد عن مركز ولا جرم هابط الى مركز — نفهم من هذا ان القوتين المسيطرتين على الظاهرتين اللتين نحن بصددهما متكافئتان ، أو انهما متعاضدتان ، أو انهما صادرتان من مصدر واحد ^(١) .

ويظهر أن الجاذبية تشتمل على حالتين من الحركة أو بالأحرى على قوتين متعامدتين تنتجان حركتين متعامدتين أيضاً : حركة الجذب نحو المركز وحركة الشرود عنه . والحاصل من تسلطهما على جرم واحد هو الدوران حول المركز — لا اقتراب ولا شرود . أي ان هذه الحالة تحول دون هبوطه كما ان تلك تحول دون شروده وهما : —

١ — قوة الانجذاب نحو المركز Centripetal Force

٢ — قوة الابتعاد عن المركز Centrifugal Force فلنبحث في كل منهما بحثاً تحليلياً .

(١) راجع نبذة ٥ من الفصل الثاني

الفصل السادس

الجاذبية والدافعية

١ — قوة الانجذاب نحو المركز

نبتدى من مذهب ان التجاذب بين الذرات خاصة من خواص المادة (كما سبق هذا القول في نبذة ٣ فصل ٤) او طبيعة من طبائعها. أي ان المادة كذلك خلقت، ذرات يجذب بعضها بعضاً، أو اذا شئت فقل إن من طبيعة الذرات أن تقترب كل واحدة الى أقرب ذرة اليها من غير دافع خارجي عنها يدفع كلاً منهما الى الأخرى، إلا اذا طرأت عليهما قوة تفرق بينهما فتباعدان مرغمتين، كما لو مرت ذرة ثالثة في نقطة أقرب الى احدى الاثنتين فتتجاذب هاتان دون تلك. وحاصل القول ان الذرة لا تستطيع العزلة أو الانفراد.

وقد قلنا إن هذه هي طبيعة كل ذرة في الكون — فالبروتونات والايونات والكهارب والفوتونات الضوئية والكتل المتجمعة منها والأجرام — كلها خاضعة لحكم هذا التجاذب. فاذا تصورنا جميع الذرات التي تألفت منها الأجرام منفردة العقود ومشتتة في الفضاء المطلق، فهل يكون قريباً عن تعقلنا أو عجباً لاذهاننا ان يتقارب بعضها الى بعض. قد نتساءل بماذا تتقارب؟

هب انها لم تتقارب بل بقيت مبعثرة أفلا يخطر لك أن تسأل لماذا هي مبعثرة هكذا؟ لماذا لا تتجمع. فتجمعها ليس ادعى للاستغراب من تشتتها. ربما كان العقل يرتاح الى تقاربها أكثر منه الى بقائها مشتتة.

٢ — سر التقارب

لنفرض أن تقارب الذرات بعضها الى بعض (كما هو الواقع) أو ثباتها في أماكنها من غير تقارب، سيان عند العقل المنطقي، أو أن لهذا التقارب سبباً نجعله، أو أن هناك قوة أجنبية عن المادة تحدته (قوة الله)، على أن هذا التقارب حادث فعلاً. ومادامنا

لأنكشف له سبباً فلنعمده خاصة من خواص المادة (الله خلقها بهذه الطبيعة) ولنسمه نزعاً مادية . أي أن كل جسم مادي ، ذرة أو مجموعة ذرات ، ميّال أو نزوع الى الاقتراب لأقرب جسم آخر اليه . فمن هذه النزع نبتدىء في تفسير سر الجاذبية .

بالبدية نعلم أن كل ذرتين متعادلتين كتلة تتقاربان في المكان والزمان بالتساوي . أي أن كلاً منهما تقترب الى الأخرى مسافة واحدة في مدة واحدة ، كقولك مثلاً إن كلاً منهما تدنو نحو الأخرى سنتيمتراً في ثانية واحدة . فإذا تفاوت الجسمان في عدد الذرات كان تقارب كل منهما يجري على هذه القاعدة البدئية ، أي أن اقتراب الجسم الواحد الى الآخر يكون بقدر ما في الآخر من الذرات بالنسبة الى ما في الأول منهما .

لنفرض ذرة واحدة تبعد ١١ سنتيمتراً عن مجموعة تحتوي على عشر ذرات ، حينئذ تصور الذرة المفردة ميّالة للاقتراب الى كل ذرة من الذرات العشر سنتيمتراً واحداً ، كما ان كل ذرة من الذرات العشر ميّالة للاقتراب اليها . فإذا كلما اقتربت الذرات العشر سنتيمتراً واحداً كان على الذرة المفردة أن تقترب اليها في نفس الوقت عشر سنتيمترات لكي توفي كلاً من العشر حقها من التقارب .

على هذا النحو : مجموعة ذات ٥ ذرات تقابل مجموعة ذات ٣٠ ذرة وبينهما ١٤ سنتيمتراً تقترب تلك ٦ سنتيمترات كلما اقتربت هذه سنتيمتراً واحداً . وفي آخر الثانية الثانية تلتقيان عند السنتيمتر الثاني عشر لأن $5 \times 6 \times 2 = 30 \times 1 \times 2$

وهذا يطابق الضلع الأول من قانون الجاذبية الذي اكتشفه نيوتن وهو ان الجاذبية هي حاصل ضرب كتلة الجرم الواحد بكتلة الجرم الآخر (والمراد بالكتلة مجموع عدد الذرات) ولكن الجاذبية ليست هذا الضلع وحده بل هي نسبة هذا الى ضلع آخر وهو مربع المسافة بين الجرمين ، وهذا يؤيد نبذة (١) من الفصل الثالث .

والضلع الثاني أهم من الاول وفيه معظم السر .

لو اقتضت الجاذبية على الضلع الاول ، أي تقارب الذرات ومجموعات الذرات بعضها الى بعض ، لأنطبقت جميع ذرات الكون وجميع أجرامه وسُدُّمه بعضها على بعض بحيث لا يبقى أقل فراغ بينها ، وكان ضغطها بعضها على بعض في شدة لا يتصورها عقل . ولكن الضلع

الثاني يتدارك هذه الكارثة الكونية ويجعل للكون أنظمتها التي نعلمها .
الضلع الاول يسمى القوة الجاذبة الى المركز وقد انتهينا منه . والضلع الثاني يسمى
القوة الدافعة عن المركز وهو الذي نعلمه فيما يلي :

٣ — قوة الابتعاد عن المركز

قلنا آنفاً إن من خواص المادة تقارب الذرات أو بالأصطلاح العالمي تجاذبها . وبالتالي
تجاذب الذرات وتجاذب مجموعاتهما وأجرامها وسُدُمها . وهنا نقول : ان من خواصها أيضاً
الدوران المحوري Rotation أي ان كل ذرة وكل جسم (مجموعة ذرات) مستقل في حيزه
يدور على نفسه — على محوره — هذه ظاهرة طبيعية عامة مشاهدة في الكون — الشمس
والارض والسيارات والأقمار كلها تدور على محاورها . كذلك النجوم ومجموعات النجوم والمجرة
والسُدُم تدور على محاورها ، حتى أدق أجزاء المادة — الفوتون الضوئية والكهرب والذرة
المؤلفة منها تدور على محاورها . فكأن المادة مخلوقة ولها هذه الخاصة — خاصة الدوران .
ولكن هذا الدوران المحوري ليس النوع الوحيد بل هناك دوران آخر هو الدوران
المركزي Revolution أي الدوران حول مركز عن بُعد . كدوران الارض والسيارات
من حول الشمس فضلاً عن دورانها على محاورها . والدوران الأول هو سبب الدوران الثاني ،
وهو أيضاً سبب القوة الدافعة عن المركز ضد القوة الجاذبة الى المركز .

وهنا لا بد أن يسأل القارئ كيف يكون ذلك ؟ وكيف يمكن أن يؤثر دوران جرم
مركزي كالشمس في جرم آخر كالارض على بعد محقق بينهما ، بحيث يجعلها تدور من حول
الشمس بسرعة مقررة لا تتعدها ، ولا تقصر منها لتتم الدورة في سنة كاملة ؟ فما هي واسطة
الاتصال التي تنتقل بها القوة من الجرم المركزي الدائر على نفسه الى الجرم البعيد عنه لكي
تضطره أن يدور حوله ، فلا تتركه يهبط الى المركز ولا تدعه يشرد عنه ؟

هنا تنبهي وظيفة الاثير الى الميدان لحلّ اللغز . وهنا تتضح علاقة الجاذبية بالايثر .
وهنا يتضح الدور الذي يلعبه الاثير في الضلع الثاني من الجاذبية ، واليك البيان :

تصور الشمس ، مثلاً ، وهي تدور على محورها مع ما فيها من نتوءات وغلاف

وتصوّر ما فيها من ذرّات وجزيئات تدور على نفسها وكهروبات تدور حول بروتونات . وكل ذرّة تصدر سلسلة تشعّعات Radiations — تصور جميع هذه تصادم البحر الاثيري مصادمات متساوقة متتابعة في اتجاه واحد لأن دوراناتها متجهة اتجاهاً واحداً — تصوّر هذه المصادمات محدثة أمواجاً مسوقة في اتجاه تلك الدورانات المحورية ، وهي تنتشر بشكل حلزوني . وكلما ابتعدت الموجة تحدّدت دوائر الشكل الحلزوني وضعفت قوته حسب قانون الانتشار ، ورقّت الموجة أي قصر عرضها بين الارتفاع والهبوط ، ولكن الموجة لا تزال تسرع مبتعدة عن المركز بالسرعة التي صدرت بها لأن السرعة تتوقف على دقة ذرات الوسط المتموج (الاثير) وعلى كثافته . وهنا نطن القارئ يسأل : لماذا تنتشر التموجات بشكل حلزوني .

٤ — الدوران الحلزوني

يمكنك أن ترى شبيهاً لهذه الحركة الحلزونية إذا ملأت « طستاً » واسعاً ماءً ووضعت في وسط المسافة بين مركزه ومحيطه فليئة . ثم وضعت أصبعك في المركز وحركته حركة رحوية حول المركز . وإذا جعلت بدل أصبعك خشبة بعرض سنتيمترين أو ثلاثة سنتيمترات وسماكة سنتيمتر واحد وطفقت تديرها بسرعة ترى الموج يتولد من هذه الحركة بالشكل الحلزوني ، ولا تلبث أن ترى الفليئة صائرة ببطء حول المركز في اتجاه الدوران الذي أنت محدثه . وإذا لم تر دوران الفليئة منتظماً فلا أن الموجات ترتد من محيط الطست مفسدة نظام الموجات الواردة من المركز والمصدومة بها .

تصور هذه الأمواج الحلزونية صادرة ، ليس من دوران الشمس على محورها فقط ، بل من بلايين الذرات التي تتألف الشمس منها ، وهي تدور على نفسها بنفس اتجاه الدوران الشمسي . فهذه البلايين من الأمواج المنتشرة بشكل حلزوني من المركز الى اللانهاية هي ما يسمى « الجو الجاذبي » .

والآن لكي تفهم هذه الصورة التالية جيداً تصوّر الشمس وهي تدور على محورها وتصور تتوآتها الذرية التي لا تحصى تصدم الاثير صدمات عرضية أي معامدة لنصف القطر ، فتحدث أمواجاً عرضية متتابعة لا يحصى عددها ، تنتشر من حول الشمس انتشاراً

ثاني يسمى

ها . وبالتالي

تواصها أيضاً

قل في حيزه

ن — الشمس

نجوم والجرة

هيب والذرة

ة الدوران .

هو الدوران

س والسيارات

للدوران الثاني،

ر دوران جرم

تدور من حول

فما هي واسطة

بعيد عنه لكي

الجاذبية بالايثر

بيان :

ات وجوان

حلزونيًا في اتجاه دورتها المحورية . ولتسهيل التصور نقتصر على تتبع الأمواج التي يحدثها فتوء واحد كل هنيهة . فترى ان الموجة الواحدة التي يحدثها الفتوء لا تتم دائرة حول الشمس بل تلتف التفافاً من حول الموجة التي تليها . فاذا تصورت ان نبرات الشمس في دورانها المحوري تحدث بلايين الأمواج في البحر الاثيري على هذا النحو ، أمكنك أن تتصورها ملتفة بعضها على بعض بالشكل الحلزوني وهي تصدم الاثير أمامها صدمًا عرضيًا معامداً لانصاف أقطار الدائرة

ثم تصور الأرض على بعد من الشمس وهذه الأمواج تصدمها على نحو ما تصورناه آنفاً فلا بد من أن تتصور أن الأمواج تسوقها أمامها سوقاً ، أو تتصور ان الأرض ، وهي قاصدة أن تقترب الى الشمس ، لا تستطيع الاقتراب لأن الأمواج تمنعها فتضطر ان تتدحرج أو تترحل على متون تلك الأمواج في خطٍ منحنٍ يتم في دائرة . فكأن الأرض تحت تأثير قوتين : قوة الانجذاب نحو مركز الشمس . وقوة الأمواج الصادمة لها في خط معامد لخط الانجذاب المذكور . ونتيجة القوتين المتعامدتين اتجاه السير في خط دائري — حول الشمس — هو الفلك (المدار) الذي تدور فيه الأرض من حول الشمس . ولولا هذه الأمواج الحلزونية الاثيرية لسقطت الأرض على الشمس . هذه هي « الدافعية » أي القوة الدافعة عن المركز ، ولعلك تظن انه ما دامت الأمواج تسوق الأرض أمامها وهي حلزونية فلا بد أن تسير الأرض في خط حلزوني أيضاً فتبتعد عن الشمس مع ابتعاد الأمواج الحلزونية الدافعة لها . نعم كان يجب ان تتباعد الأرض عن الشمس بفعل هذه الأمواج لولا ان هناك قوة التجاذب (او التقارب) بين الجرمين التي شرحناها آنفاً . وهذه القوة تقاوم قوة الأمواج العرضية وتوازنها ،

ولعلك تسأل : اذا قذفنا حجراً أو قنبلة قذفاً أفقيًا ، فلماذا لا يستمر دائراً من حول الأرض كما يدور القمر من حولها . أو لماذا لا يسقط القمر الى الأرض كما يسقط الحجر اليها ؟ أقول ان الجواب على هذا السؤال هو لباب ناموس الجاذبية لأن هذا الناموس لا يقتصر على تجاذب الجرمين فقط ، بل يشتمل على ناموس سرعة الدوران — دوران الواحد من حول الآخر . فالسرعة هي أهم ضلع في الناموس ، لأن مقدارها المناسب للبعد عن المركز هو الذي

يقي الأرض من الهبوط الى الشمس ، كما أنه يعصمها من الشرود عنها ، وهو الذي يقي القمر من الهبوط الى الأرض أو الشرود عنها .

لو أمكننا أن نقذف قنبلة بسرعة $\frac{1}{4}$ أربعة أميال في الثانية لجعلت تدور من حول الأرض كسيار أو قمر حولها . ولو أمكننا أن نقذفها بسرعة خمسة أو ستة أميال في الثانية لشردت عن الأرض وتاهت في الفضاء . والسهم الذي زعموا أن الأستاذ جودارد الأميركي يبتغي قذفه الى القمر لا يمكن أن يبتعد عن الأرض اذا لم ينقذف بسرعة تزيد على خمسة أميال في الثانية . فأين القوة الأرضية التي تستطيع أن تحدث هذه السرعة ؟ كذلك القمر لو أبطأ معدل سرعته ولو بعض الميل في الثانية لهُبط الى الأرض لا محالة ، ولو طرأت عليه قوة من عالم الغيب تزيد معدل سرعته لشرد في الفضاء .

بقي أن القارئ يستغرب أن ذلك الاثر الذي حسبنا لطفه جزءا من ملايين جزء من لطف غاز الهواء تستطيع موجته أن تدفع أمامها الأرض التي هي أكنف من الهواء عشرات المرات . ولكن اذا تصوّرت أنه ليس في البحر الاثري قوة أخرى غير قوة أمواج الاثر تتسلط على الأرض من أية ناحية البتة ، فهما كانت قوة هذه الموجة ضعيفة في تصوّرنا ، فهي ذات قوة كافية لأن تدفع جرم الأرض معها ما دام ليس هناك قوة ضدها .

الفصل السابع

الجو الجاذبي

١ — الامواج الاثرية

هذا البحر الاثيري المتموج الذي يوجب دوران الاجرام حول مركز كما رأيت هو ما يسمى « الجو الجاذبي » أو « المجال الجاذبي » Gravitational Feild وكان فارادي أول من نبّه إلى الجو الجاذبي فقال ان الحديد الممغنط يحدث حوله جواً جاذبياً يوجب الحديد الآخر أن ينجذب نحوه . وكذلك الشمس تحدث حولها جواً جاذبياً يحتم على السيارات أن تنجذب نحوها ، أي أنها تلتوي في سيرها أو تنحني انحناءً يرسم دائرة حول الشمس .

هذه الامواج الاثرية التي يحدثها دوران النذريات والذرات وسائر الاجرام تنتشر بسرعة واحدة في الفضاء أو البحر الاثيري على سبيل « مربع البعد » أي أنها كلما بعدت ضعفت قوتها .

كلها تسير بسرعة واحدة . ولكنها تختلف بعددها (عدد الموجات) في الثانية . أي عدد الذبذبات Frequency وتختلف أيضاً بسعتها بين الموجة والموجة . وهذه السعة هي ما يعبرون عنه بطول الموجة (كما تعلم في اصطلاحات الراديو) إذا ضربت عدد الموجات في الثانية في طول الموجة كان الحاصل ٣٠٠ ألف وهو عدد ثابت لا يتغير ، وهي سرعة الامواج مهما كان نوعها — نورية أو موجات راديو أو أشعة سينية أو أشعة ما فوق البنفسجي أو ما تحت الأحمر الى آخره .

يتوقف هذا الاختلاف في عدد الموجات وطولها على اختلاف مصادرها . ولا متسع هنا لشرح هذه النقطة .

في الطبيعة عدد كبير من أصناف الموجات من حيث الطول وعدد الذبذبات . وهي

مرتبة ترتيب درجات السلم الموسيقية السبع . أي ان كل درجة من سلم أعلى تكون
ذبذباتها مضاعف ذبذبات درجة تقابلها في سلم أدنى منه، وإنما يكون طولها نصف طول هذه.
ونحن لا نشاهد منها إلا السلم النورانية التي تنحل بالمطياف الى الألوان السبعة . وغيرها
لا ترى كموجات الراديو أو الموجات السينية أو موجات ما فوق البنفسجي وما تحت الأحمر
والأمواج الكونية الخ . ويبلغ عدد هذه السلاسل أو الطبقات أو الطقومات الموجية نحو
٦٩ أو ٧٠ طاقماً .

القوة التي رفعت المياه بخاراً من البحر والبر ، والقوة التي خُزنت في أعضاء النبات
والحيوان الخ صادرة من الشمس وقد حملتها هذه الأمواج التي نحن بصدددها .
هذه الأمواج هي ما نسميها الأمواج الكهرومغناطيسية أي الكهربائية المغناطيسية
Electro-magnetic Waves ولا محل هنا لزيادة التفصيل .

٢ — الفوتونات

ظهر معنا أن القوة المحركة في الكون هي هذه الموجات التي تصدر من دوران ذرات
المادة وذراتها ومجموعات ذراتها .

ولكن هذه الموجات الدورانية ليست كل ما ينقل القوة من الذرات بل هناك شذرات
تنتشر من الذرات وتمضي مع تلك الموجات وبسرعتها . واليك بيان أمرها : —
إذا أطبق كهربي (الكثرون) على بروتونه أفنى كل منهما الآخر كما يفنى الموجب
وانسالب اذا تلاقيا — يفنيان في لمعة موجية تنتشر في الفضاء — يعني انهما لا يبقيان
بروتوناً ذا شحنة ايجابية وكهرباً ذا شحنة سلبية، بل يتفتتان الى شظيئات تسمى فوتونات
(ضوئيات) لا شحنة كهربائية فيها . وإنما لها القوة التي كانت كامنة في الذرة . فتنتقل هذه
الفوتونات في الفضاء بسرعة الموجات الكهرومغناطيسية التي نحن بصدددها .

هذه الفوتونات هي القوة المحمولة في الموجات ، أولئك أن نقول هي نفسها الموجات
الكهرومغناطيسية

منى أطبق الكهربي على البروتون لأي سبب (ولا محل هنا لشرح الأسباب) انحل

الى عشرة الاف فوتون . ولما كان البروتون وزن ١٨٤٠ مرة وزن الكهرب كان ينحل بنوبته الى ١٨٤٠٠٠٠٠٠ فوتون (ضوئية) .

النور والحرارة اللذان نحس بهما هما من هذه الفوتونات . وكذلك سائر أمواج الراديو وما شاكلها . وهذه الفوتونات هي التي يقع قسم منها على أرضنا بشكل حرارة ونور وما وراء البنفسجي الى آخره . هي القوة التي تخزن في عالمي الحيوان والنبات وتعود فتظهر بإحراقهما بالأكسجين وبوسائل أخرى لا محل هنا لبيانها .

ويمكننا أن نقول إن العنصر الحيوي في الحيوان والنبات من مفعول هذه الفوتونات . والذين يتعرضون لنور الشمس وحرارتها بغية الحصول على أمواج ما وراء البنفسجي في أبدانهم قد لا يخطئون إلا بأنهم يفرطون في هذا الأمر الى حد الأذى وقد يكون شديداً . وقد يكون قاتلاً إذا تجاوز الحدود .

وتلك الموجات الكهربائية المغنطيسية التي تحملها أو تصطحبها هي التي تولد تيارات كهربائية أخرى في الكروموسوم (المصبغي) في الخلايا الحية . وهي سر الحياة بحسب نظرية لاخوفسكي التي ظهرت حديثاً . وقد نشر المقتطف لي مقالة في شهر نوفمبر سنة ١٩٤٣ في هذا الموضوع .

تفقد الشمس بصدور هذه الفوتونات منها كل دقيقة ٣٦٠ طناً من مادتها . وفي رأي بعض العلماء ومنهم العلامة تجايس تجز أن هذه الفوتونات هي ذرات أيثرية أي إن البحر الأيثيري هو فوتونات . كأن الأجرام والأجسام تولدت من هذه الفوتونات فلما فنيت عادت إلى بحر الفوتونات . « من الفوتون وإلى الفوتون تعود »

يحسن بـ
الجاذبية أو
شكراً
وخواصه
cosmophysics
طبيعة مجموعات
الأرض
تصور
ظواهر سدي
العدد من الس
بل لا بد أنه
(كوكبات)
لنا في الفضاء
بمطياته الى
الأبعاد وبالتالى
كأنها هيب مـ

الفصل الثامن

نشوء الذرات والاجرام

يحسن بنا هنا أن نبحت في كيف نشأت الذرات والذرات والاجسام والاجرام بقوة الجاذبية أو بعمل خواص المادة الثلاث التي مر ذكرها في نبذة ٣ من الفصل الرابع

١ - اصل السدم

شكراً للنور وللآلات البصرية التي اخترعها العلم لتحصيل النور واستكشاف نوااميسه وخواصه — شكراً له ولها لانها جميعاً وضعت تحت بصرنا كتاب الطبيعة المادية Cosmophysics مشتملاً على صور العوالم المادية من ملايين السنين الى اليوم. فهو يكشف لنا طبيعة مجموعات العوالم في عصور مختلفة ومتباعدة أكثر مما تكشف لنا الاحافير عن طبقات الارض

تصور التلسكوب (المقرب) والسبكتروسكوب (المطياف) يجولان لك كثيراً من ظاهرات سديم^(١) يبعد عنا مئة مليون سنة نورية أو أكثر. يعني ان نوره يقضي هذا العدد من السنين لكي يصل الينا. فهو بعد مضي هذه السنين لم يبق كما نراه الآن سديماً غازياً بل لا بد انه أصبح كجرتنا. وقد تجمعت أجزاءه في اجرام من شمس ومجموعات شمس (كوكبات) وربما كان بين شمسه شمس ذات سيارات كشمسنا. فبُعد السحيق عنا حفظ لنا في الفضاء صورته كما كان منذ مئة مليون سنة او مئات الملايين. فاذا وجهنا مرصدنا العظيم بمطيافه الى النواحي المختلفة في الفضاء او بالاحرى في الحيز الكوني، نرى سُدُماً مختلفة الأبعاد وبالتالي مختلفة المظاهر تبعاً لاختلاف أبعادها. فنرى بعضها في الحالة الغازية الصرفة كأنها هليوم منداع، وبعضها كأنها ضباب محترق، وبعضها ضباب يشتمل على عقول أكتشف من

(١) السديم مجموعة مادية عظيمة جداً كمجموعة مجرتنا، ولكنه في الحالة النازية

الضباب . وبعضها نجوم ومجموعات نجوم . وأقربها إلينا أكثر مشابهة لمجرتنا وأبعدها غازي
صرف . فكل هذه الظواهر الواصلة إلينا على أجنحة النور إذا أدخلنا أبعادها المختلفة في
الحساب تدلنا على أنه لو كان في إمكان عقلنا أن يتنقل بينها بأسرع من النور ألوف المرات
أو جفأةً لكان يراها كلها مقاربة في النضوج إلى مجرتنا . وربما كان بعضها أنفجج منها
ومن ذلك نفهم أن كل جرم أو مجموعة أجرام أو كل مجرة كمجرتنا كانت في الأصل
سديمًا غازيًا لطيفًا جدًا . ثم جعلت ذراته تتجمع بعضها إلى بعض ، فتكوّن منها جماعات
جماعات أكثر من الأصل عددًا . ثم جعلت أجزاء كل جماعة منها تتجمع في جماعات أخرى
أكثر منها فتكوّن مجموعات الأجرام إلى أن بلغت مثل ما نرى في مجرتنا .

فلا شبهة في أن جميع العوالم كانت في الأصل سديمًا غازيًا لطيفًا جدًا . ثم تقلّصت
وتجمدت أجرامًا . والمطياف (السبكتروسكوب) يقول لنا إن جميع هذه السدم متشابهة
المادة تشابهًا كليًا . مثلاً يريك في كل منها عنصر الهيدروجين أو عنصر الهيليوم وكثيراً
من العناصر التي عندنا في أرضنا منها . بل يريك صفات البروتونات والكهبرات فيها جميعاً .
ولا يخفى ما في هذه الظواهر من الدليل الجازم على أن السدم جميعاً متكونة من أصل
واحد أي من ذرات مادية متماثلة . فإذا كانت تلك الذرات ؟

لا يحتاج الجواب إلى تكهّن أو إلى تحرص . نحلل أية ذرة من الذرات المادية التي
عرفناها . فما تنحل إليه نهائياً فهو الذريرة التي تألفت منها السدم بل تؤلف السديم الأعظم
الذي انشقت منه السدم وانفصلت بعضها عن بعض . فقد علمنا فيما سبق أن آخر جزء تنحل
إليه الذرة هو الفوتون (الضوئية) . ولا نعرف ذريرة أدق من الفوتون أو أن الفوتون
ينحل إلى أجزاء أدق منه ، حتى أننا لاعتبارات علمية اعتبرنا الايثربح فوتونات . (وتيجيز
يظن هذا الظن) وربما كان بحر ذرات أدق من الفوتونات والله اعلم .

٢ - البحر الفوتوني أو الضوئي

هب أن ذريرة الايثربح أصغر من ذريرة الفوتون وأن الفوتون مؤلف من ذرات ايثرية
فهما تمادينا في تجزئة المادة فلا نستطيع أن نمدى بلا تنام . لأن عدم التناهي خارج
عن منطقة العقل البشري فلا يتطوّر العقل إليه ، ولأن المادة خاضعة لتصور العقل

فلا بد أن
نفرض أن
أن تتصور
لبساطة الما
نفرضه أص
في هذا
عدماً) في
بعض العالم
الواحد أي
وإذا كانت
(١٠٠٠٠)
١٨٤ وأما
آخر ليس
ثم حس

فيه فاذا هي
٢ إلى ٣
نحو صنتيم
ذرات الك
أضف
مليون ص
هذا الكو

حساب
في أميركا
متعادلاً

فلا بد أن تكون متناهية التجزئة . ولأن الفوتون آخر أجزائها كما نعلم حتى الآن ، فلنا أن نفرض أن السديم الأعظم الذي اشتقت منه جميع السدم كان بحر فوتونات . وإذا شئت أن نتصور بحر ذريرات ايثرية أدق من الفوتونات فلا بأس . وإنما لكي نجعل حدًا لبساطة المادة ودقتها نفرض الفوتون الذي لم نعرف حتى الآن ذرة أبسط منه وأدق — نفرضه أصلاً لمادة الكون (الهیولی) . هو عنصر البحر الايثيري والمادي .

في هذه الحالة نتصور الحيز الكوني المتناهي (لا الفضاء الخالي اللامتناهي الذي نعتبره عدماً) في البدء مملوءاً فوتونات منتشرة فيه على مسافات متساوية تمام التساوي . وقد حسب بعض العلماء ذرات أو جزيئات جميع المجرات والسدم الكونية فإذا هي ٧٩ صفراً عن عین الواحد أي هي عشرة مضروبة بنفسها ٧٩ مرة . وتكتب بالاختصار هكذا 10^{79} . وإذا كانت أصغر ذرة — الهيدروجين مثلاً — تنحل إلى نحو ١٨ مليون فوتون تقريباً (10000×1840) فيكون عدد فوتونات الكون $10^{79} + 184 \times 10^6$ أي ١٨٤ وأمامها ٨٤ صفراً . هذا ما عدا ذريرات البحر الايثيري التي يمكن استخراجها بحساب آخر ليس هنا متسع له .

ثم حسب بعض العلماء نصيب كل جزيء من الحيز الكوني إذا تشتت أجزاؤه بالتساوي فيه فإذا هي من ٢ إلى ٣ يردات مربعة أي إنه بين كل جزيء وكل واحد من جيرانه نحو ٢ إلى ٣ يردات . وبناءً على هذا الحساب يكون نصيب الفوتون الواحد من الحيز الكوني نحو سنتيمتر مكعب ، أي أن كل فوتون يبتعد عن جيرانه نحو سنتيمتر . هذا إذا انحلت ذرات الكون كله إلى فوتونات وتشتت هذه في الحيز الكوني .

أضف إلى هذا الحساب الذي لا يستطيع العقل تصوره أن النور يقضي نحو ١٠ آلاف مليون سنة لكي يقطع الحيز الكوني من جنب إلى جنب . وثم تصور ما شئت من سعة هذا الكون .

حساب آخر . وقد حسب هوبل رئيس مرصد جبل ويلسن (أعظم مرصد في العالم الآن) في أميركا أنه لو انتشرت ذرات جميع الأجرام والسدم وتوزعت في الحيز الكوني توزعاً متعادلاً لبلغت كثافتها فيه ١٥ جزءاً من ٣١ صفراً إلى عین الواحد من كثافة الماء . وتكتب

للاختصار هكذا: $15 \times (10) = 31$. وبعبارة أخرى أن سنتيمتراً مكعباً من الماء يصبح حينئذٍ ١٥ الى عشرين ٣١ صفراً سنتيمترات مكعبة.

٣ — نشأة الكون الهبولى

تصورنا الحيز الكونى المتناهي في بدئه مفعماً بفوتونات أو ذرات اثيرية متائلة وموزعة فيه على نسبة واحدة، أي أن كثافتها فيه واحدة في أي منطقة في ذلك الحيز. وهنا يقاطع القارىء حديثنا بالاسئلة التالية:

١ — من أين جاءت هذه الفوتونات (أو الذرات الاثيرية)؟ وكيف وجدت مرتبة هذا الترتيب؟

الجواب إن هذا السؤال استفزاز للعقل لكي يثب من دائرة المتناهي الى دائرة اللامتناهي. وهو عاجز عن هذا الوثوب.

إذا بحثنا عن سبب وجود فوتونات المادة، أو إذا فرضنا لوجودها سبباً أو موجداً انبرى أمامنا سؤال آخر، وهو كيف وجد ذلك السبب أو الموجد؟ وعلى هذا النحو نستمر في سلسلة فروض لا نهاية لها. والعقل متناهٍ. فلا يستطيع أن يشمل اللامتناهي. نفير للسائل أن يكف عن هذا السؤال المحير لانه لا يستطيع أن يجد فيه مزيداً لحيرته. فان كان يرتاح الى نظرية وجوب وجود الله موجداً للمادة، فذلك خير ما يعتقده ويرى به. اللهم إذا كان لا يجد بداً من السؤال «من أوجد الله». وحينئذٍ افترض ان المادة وجدت هكذا وجوباً يغنيه عن هذا السؤال. لان افتراض ان المادة وجدت هكذا وجوباً هو كافتراض وجود الله وجوباً. إذن فلنقل ان المادة وجدت فوتونات مرتبة هكذا بكيفية يستحيل أن ندركها أو أن نخمنها. وجدت والسلام. أو أن الله الواجب الوجود أوجدها وهو منظّمها ومدبرها والبحث في أصل وجودها عقيم.

٢ — متى وجدت فوتونات المادة؟

الجواب ان الزمان ليس شيئاً قائماً بذاته. بل هو تعبير عن حركة المادة. فإذا كانت المادة ساكنة بلا حركة — ان كانت قد وجدت ساكنة — فلم يكن ثمت مرور زمن إذ لا نجد أثراً في الكون له. ولذلك لا نستطيع أن نعين لبدء وجودها زمناً. وانما نعين لبدء

حركاتها زمنياً سواء أكانت الهيولى أزلية أو حادثة. ولا يستجبل علينا أن نستدعي بدء ظهور حركاتها، أي منذ كم من الزمن ابتدأت تتحرك. أي متى صارت الفوتونات تتألف في كهيربات وبروتونات؟ فإن كانت قد وجدت متحركة فنعلم بدء حدوثها أو وجودها من معرفتنا بدء حركاتها. وإنما نبقى جاهلين كيفية ذلك الحدوث كما تقدم القول. فهلاً بهذا السؤال الذي يمكن الجواب عليه وإزالة الحيرة فيه. وحينئذ يعلم القارئ أن لا أزل ولا أبد. بل هناك بداية للكون المادي الذي نحن فيه الآن وكما نعرفه وله نهاية على الأرجح (أنظر الفصل العاشر)

٣ — كيف نعلم أن المادة وجدت فوتونات أولاً ثم تألفت من الفوتونات ذرات جزيئات وتجمعت منها سدم وأجرام؟ ولماذا لا نقول إنها وجدت جزيئات تامة التركيب كما رآها في شمسنا وأرضنا؟ ولماذا لا نقول إنها وجدت ذرات أصغر من الفوتونات وهذه الفوتونات تألفت منها؟

والجواب. أننا نرى في السدم المتراصة جميع درجات التركيب من الفوتونات إلى البروتونات والكهارب إلى الجزيئات الخ ولم نشاهد أو نعر على ما هو أدق من الفوتونات فإن كان هناك ما هو أدق منها فإلى الآن لم نكتشفه. ولا كلام فيما نجعله جهلاً مطلقاً. وفي أرضنا نرى خلايا حيوية مؤلفة من جزيئات أيضاً. وكل ذلك يدلنا على أن التركيب حادث في المادة بعد وجودها. فلا يمكن أن تكون قد وجدت هكذا كما رآها مادمننا نرى تركيباً وانحلالاً. نرى في درجات السدم دلائل التكاثر والتركيب واضحة كالنهار. فنتأكد أن التركيب طبع في المادة. واذن ابتداء التطور منذ كان الحيز الكوني بحر فوتونات فقط.

٤ — بالبرهان على أن الحيز الكوني الذي كان مملوفاً فوتونات فقط ومتوزعة فيه بالتساوي، كان متناهيًا أي له حجم مقرر. ولماذا لا يقال أنه غير متناهٍ؟

الجواب: أن العلم مكنتنا من ارتياد الكون وأقنعنا بأنه متناهٍ، وأن الحيز الذي يشغله محدود الحجم. وعلمنا أو استكشافنا محصور في هذا الحيز المحدود، وبعده لا ندري شيئاً إذ لا وسيلة لاتصالنا بما بعده كما لنا وسائل الاتصال بجميع نواحي حيزنا هذا. ولكن جعلنا بما بعده لا يني نفيًا قاطعاً أمكان وجود حيز أو حيزات كونية أخرى لا وسيلة عندنا

للاتصال بيننا وبينها فهي بالنسبة الى عقلنا في حكم النخيل الظني فقط اذ لا تأثير لها على عقليتنا . فكأنها من مستنبطات عقلنا فقط . ولذلك من السخف ان نترض أو نرغم أو نعتقد بما ليس له صلة بمحواسنا أو عقلنا أو تعقلنا .

إذن نحصر بحثنا في حيز كوننا المادي فقط لأن لنا اتصالاً حسيّاً بنواميسه ، ولأن هذا الاتصال ينتهي عند حدود نستطيع أن نقيس أبعادها بالتقريب .

٥ — هل وجدت المادة متحركة أو ان الحركة طارئة عليها ؟

الجواب : ليس لأي من الأمرين جواب يرتاح اليه العقل أو يزيل الحيرة . فقد يمكن انها وجدت متحركة . ولا جواب للسؤال « كيف وجدت متحركة » إلاّ الجواب الذي بسطناه للسؤال الأول . وقد يمكن أن تكون الحركة طارئة عليها بعد وجودها . وحينئذ يتصدر السؤال التالي : —

٦ — إذا كانت الحركة قد طرأت على المادة بعد وجودها فما هي القوة التي أحدثتها ؟ والجواب على هذا السؤال من رتبة الجواب على السؤال الأول . فيستحيل على العقل البشري أن يتصور قوة مستقلة قد حرّكت المادة أو أثارتها فتحرّكت . لانه في الحال يقوم أمامه سؤال آخر وهو : ما هي هذه القوة . أو إذا كان يعتقد انه ليس هناك شيء قائم بذاته يسمى قوة ، بل ان ما نعنيه بالقوة وما عرفناه منها إنما هو حلقة من سلسلة حلقات الحركة — اذا كان العقل البشري يعتقد هكذا فلا بد أن يسأل ما هي الحركة السابقة التي أحدثت حركة الفوتونات . وهكذا يدخل في سلسلة غير متناهية من الاسئلة .

فاذن نترك البحث في اللامتناهي لأنه عقيم ونبحث في تطور المادة كما رأيناها منذ بدء تحركها، سواء أكانت قد وجدت ساكنة فطرأت عليها قوة غرّكتها . أم وجدت متحركة فشرعت تتطور .

الفصل التاسع

تطور الكون

١ — وجوب وجود المادة متحركة

نعود إذن إلى تصور الحيز الكوني مفعماً فوتونات فيها نزعة طبيعية إلى التقارب بعضها إلى بعض ، ونزعة أخرى وهي الدوران المحوري الذي أشرنا إليه مراراً فيما سبق ومن هنا نعتبر بداءة تطورها .

نزع أنها ابتدأت بتطورها من حالة كونها موزعة فوتونات في الحيز الكوني بالتساوي . لاننا نرى دلائل التصور في مُدُمها واضحة كالنهار كما قلنا ، فلا بد أن تكون هذه الحالة من درجات تطورها ان لم تكن أولى درجاته . فصار السؤال الآن كيف شرعت تتطور من بعد وجودها في هذه الحالة .

نراها الآن بواسطة المراصد كما كانت منذ ملايين السنين : بمجوعات مُدُم غازية متفاوتة الكثافة ، مختلفة الأشكال بعض الاختلاف ، متقاربة الأحجام . وكلها تدور على محاورها . فاذاً ، كيفية نشوئها واحدة ، كما ان المادة التي تكونت منها واحدة (الشكل والطبع) . فكيف نهأت متنوعة ؟ وما هي أسباب بعض الاختلافات في أشكالها وأحجامها وأوزانها .

والجواب الاجمالي أنها نشأت بكيفية التكاثف في البحر الفوتوني . فكيف حدث هذا التكاثف ؟

نتصور هذا البحر الكوني الفوتوني ككرة عظمى يحيط بها العدم . ونتصور حركته أول أمرين أو كليهما معاً . الأول أن في كل ذريرة (فوتون) نزعة طبيعية للانفتاب إلى أقرب فوتون إليه . والأمر الثاني . كل فوتون يدور على نفسه دورة مغزلية (على محوره) حتى اذا تحرك في اتجاه محوره كان يمر في الفضاء كالبرغي في الخشب . فرضناه هكذا لان بعض العلماء مثل تيجنر يعتمد أن الفوتون ينتشر من الآرة منذ بدأ وهو يدور على نفسه

(على محوره) مارقاً في الفضاء بحركة حلزونية . هذا اذا تحرك محوره . وقد يتحرك في اتجاه دورانه ، فتكون حركته كأنه يتدحرج في الفضاء كالعجلة .

يحتمل أن يكون الفوتون أو الذريرة الاثرية الاولى قد ابتدأت بالتحرك بحركة التقارب فقط ، ثم جاءت حركة الدوران بعدئذ كنتيجة للتطور . أو يحتمل أيضاً أنها ابتدأت بالتحرك بالحركتين معاً أي حركة الدوران وحركة التقارب . والحركتان معاً نتيجتا التطور . وإنما هنا يتعذر على العقل السليم أن يتصور أن حركة الدوران نزعة طبيعية لحركة التقارب . ولا بد إذ ذاك من التشدّد في السؤال : أية قوة دفعت الفوتونات في هذه الحركة . وحينئذ نعود فندخل في دائرة اللامتناهي التي ينصرع العقل فيها حتى ولو فرضنا ان القوة المحركة للفوتونات قوة إلهية . لأن هذا الفرض ليس أقرب الى العقل من نسبة الحركة لطبيعة الفوتونات نفسها . ولأنه لا ينقذ العقل من ورطة اللامتناهي ، لأنه لا يستطيع أن يتملص من سؤال آخر وهو : من أين جاء ذلك المحرك الاول بالحركة ؟ أو من أين استمد قوته ؟ فان فرضنا محركاً آخر قبله منحه هذه الحركة درجنا في سلسلة اللامتناهي التي لا يخرج منها ولا يستقر فيها العقل مقتنعاً راضياً . فاذا لم يكن بدّ من فرض قوة واجبة الوجود كأصل أو علة لوجود الكون متحركاً أو لتحرك المادة فماذا يمنع أن تكون المادة المتحركة هي نفسها واجبة الوجود ؟ ولماذا تقدّم عليها قوة لا مزية لها وليس فيها اقناع للعقل أكثر مما في وجوب وجود المادة نفسها ؟

على أي حال القارئ حرّ في تعليل وجود المادة متحركة . ونحن نبتدىء في شرح تطور الكون المادي من وجود بحر فوتونات لها على الأقل نزعة التقارب

٢ — ناموس التكاثف

في هذه الحالة نرى بعين العقل كل فوتونة بين ست فوتونات من حولها في الجهات الست وهي ميسّالة للدنو الى كل واحدة منها ، أو بتعبير الاصطلاح الجاذبي كل واحدة راغبة في استدعاء أية واحدة من اللواتي حولها اليها . ولأنهن جميعاً على مسافات متساوية بينهن فلا تستطيع الواحدة منهن أن تختار واحدة دون الاخريات حتى ولو كانت لهن خصلة الدوران المحوري .

فاذا فرضنا ان الكون غير متناه بل هو ممتد من جميع النواحي الى ما لا نهاية له ، وهو أمرٌ يستحيل تصوّره فتكون الذرات الاثرية أو الفوتونات في وضعها الذي تصورناه متوازنة فيما بينها . ولبس ثمت من داعٍ أو طامل لتحريكها بعضها نحو بعض . بل تبقى كذلك الى أبد الأبدن . أو الى ان تطرأ عليها قوة أجنبية تحركها وتخل توازنها هذا فتشرع في تطورها تجمعاً وتفرقاً . فأين القوة الأجنبية

وانما نحن علمنا أن الحيز الكوني متناهٍ أي محدود الحجم حوله فراغ نعتبره عدماً . وليس عندنا دليل قط انه انشق من كونٍ أعظم غير متناهٍ ، وان كان هذا لا يستحيل حدوثه ، إلا عند عقلنا الذي لا يستطيع تصور اللامتناهي .

فلنبقَ على فرضنا الأول وهو أن كوننا المادي وحيدٌ فريدٌ . وقد وُجد منذ الأزل بحر فوتونات بشكل كروي يحيط به الفراغ المطلق أو العدم . وحينئذٍ نرى الفوتونات متوازنة فيما بينها إلا في قشرة سطحه الكروي . فهناك نرى كل فوتون منجذباً الى خمس فوتونات من جهات خمس دون الجهة السادسة ، وان التوازن في القشرة السطحية مختل . واذن فوتونات القشرة تدنو الى ما بين الخمسة بحسب قانون تعدد القوات المتسلطة على جسم واحد واختلاف جهاتها كما هو معلوم في علم الطبيعة . وحينئذٍ تصبح فوتونات الطبقة التي تحت القشرة أكثر عدداً وتقارباً فتجذب فريقاً من الطبقة التي تحتها ويحدث تجمع في قشرة جديدة فتختل الموازنة في الطبقة الرابعة وتهبط الى طبقة تحتها ويحدث تجمع آخر قد يكون أعظم من التجمع الأول أو أقل .

ولا يخفى أنه اذا اختلّ التوازن في ناحية اختلّ في جميع النواحي ، وحينئذٍ يطلق العنان لحركة التقارب والتباعد في كل ناحية . ولا يمكن تصوير كيفية ذلك بانتظام . فهو في نظر العقل البشري سلسلة مصادفات لا ضابط لها . وهكذا تحدث تجمعات متوالية تتعاضد بينها قوات تقارب مختلفة . ومهما كانت الطبيعة منظمة ومحافضة على التشاكل Symetry فلا بد أن يزداد اختلال التوازن من كل ناحية .

وفيما نحن نتصور التجمع في طبقات غضضنا النظر عن اختلال التوازن في الطبقات الكروية نفسها الأمر الذي يمزقها الى تجمعات صغيرة . وهذا التمزق محتمل جداً بل هو

منتظر اذا كان عدد فوتونات الفشرة وترآ لا شغماً ، أو وتر الوتر بحيث يستحيل أن تنقسم
الفشرة الى جماعات متساوية العدد من غير فضلة ، فالفضلة وحدها إما أن تكون مجموعة أصغر
أو أن تنضم الى مجموعة أخرى أكبر. وهذا التفاوت في أحجام المجموعات واختلاف المسافات
بينها يزيد في اختلال التوازن وينشئ اضطراباً في بحر الحيز الكوني الفوتوني . وحينئذ
نستطيع أن نتصور ذلك البحر الايثري اللطيف يتحول رويداً رويداً الى جماعات غيمية هنا
وهناك بتناسب قليل وهي ما يسمونه سُدُمًا (جمع سدوم)

يمكنك أن تتصور هذه الدرجة الأولى في نشوء الكون المادي وتصوره اذا ملأت
اناءً حليياً ثم عصرت عليه ليمونة حامضة . يكفي أن تهزّ الاناء قليلاً فترى زلال اللبن
تكتل كتلاً متقطعة . واذا صاعدت حركة التكتل بأن تحرك اللبن بملعقة لكي يتوزع فيه
حامض الليمون رأيت الكتلة متوزعة في مصل اللبن الصافي هنا وهناك . ولولا جاذبية
الأرض لما كنت تراها ترسب متجمعة بل تبقى متوزعة في كل ناحية من المصل وتبقى في
حركتها الدورانية التي أحدثها التحرك بالملعقة الى الأبد .

على هذا النحو نشأ التكاثف الأول في بحر الحيز الكوني وتولدت التكاثفات .
Condensations المتعددة التي هي السُدُم الأولى . وهي الدور الثاني من ادوار الكون المادي .

٣ — ناموس الدوران

هذا التكاثف امتلزم الحركة — حركة الانتقال في الحيز من نقطة الى نقطة — وقد
فرضنا انها طبيعة في الفوتونات ومتبادلة بين بعضها والبعض على قاعدة ان الأقرب يقترب
الى الأقرب . والعدد الأكثر يستدني العدد الأقل .

فاذا فرضنا ان جميع فوتونات الطبقة السطحية تهبط الى الطبقة التي تحتها (نعني الى جهة
المركز) وكتاتها الى ما تحتها كانت النتيجة تقلص البحر الفوتوني وتكاثفه في كرة أصغر
الى أن يصبح أخيراً جرماً واحداً عظيماً كثيفاً جداً . وأكثفه في مركزه بحيث لا يستطيع
العقل تصور مقدار كثافته . ولا حركة دورانية فيه بل يكون بجملته ساكناً وأجزاؤه
ساكنة بنسبة بعضها الى بعض . ولكن المشاهد في تعدد السدم يخالف هذا الفرض الذي
ترفضه طبيعة الحال وينقضه قانون التجمع والتكاثف كما رأيت . فقد رأيت ان الاختلال في

التوازن بين الفوتونات يجعل حركات التجمع مختلفة الاتجاه الى جميع الجهات . ولذلك تحدث عدة تكاثفات .

ولذلك إذا تصورنا أن حركة التقارب بين الفوتونات وبين جماعاتها المتكونة حديثاً غير متجهة كلها اتجاهاً واحداً نحو مركز الحيز الكوني ، بل بعضها معامداً وبعضها معارضاً على زوايا مختلفة وبعضها معاكس ، حينئذٍ نقدر أن تتصور التكاثفات مبتدئاً بحركة دورانية منذ بدأ تكاثف الطبقة الخارجية الأولى .

وبعدئذٍ نتصور كل تكاثف آخر مجارياً للتكاثف الأول في اتجاه دورانه . وحينئذٍ نرى البحر الكوني كله دائراً حول مركزه بسرعات مختلفة في مناطقه بعضها أسرع من بعض . وبعضها أبطأ من بعض وانما كلها تدور في اتجاه واحد .

وإذا صح افتراضنا هذا وعززته الظاهرات وهو أن للفوتون حركة طبيعية أخرى أي حركة الدوران المغزلي مع حركة التقارب كان ثمت سبب آخر لتكون التكاثفات دائرة على محورها . وهو اكتساب هذا الدوران من دوران الفوتونات .

نرى شاهداً على هذا في الجيروسكوب فانه يدير معه الوعاء الذي هو فيه إذا لم تمنعه قوة أخرى . فإذا تصورت الفوتونات كلها تدور على محاورها في اتجاه واحد سهل عليك أن تتصور مجموعاتها متخذة هذه الحركة نفسها وفي نفس الاتجاه . فالحركة الدورانية Angular Momentum التي يكتسبها الشكل من أجزائه هي سنة طبيعية منطقية . ومن هذا

القانون نشأ قانون بقاء الحركة الدورانية أي دوامها Conservation of Angular Momentum وتوزعها من الشكل على الأجزاء التي تفرعت منها كما هي مشروحة في متون علم الميكانيكيات . فإذا تشبع ذهنك بهذا القانون جيداً سهل عليك أن تتصور دوران السدم وأجزائها كأنها مورثة من أصل واحد وهو دوران البحر الكوني منذ اختلال توازنه وبدء اضطرابه .

وكما استقل تكاثف أو سديم (كما هو مصطلح على تسميته) بنفسه ورث حركة الدوران هذه من الأصل الذي اشتق منه وجعل يدور على نفسه بنفس الاتجاه . وان وجدت بعض السدم تتحرك أو تدور باتجاه مخالف للاتجاه العام فبسبب شيء من فوضى التكاثف والاشتقاق التي أحدثها اختلال التوازن كما تقدم القول . لأنه في بحر عظيم كهذا مؤلف من ذرات صغيرة بالنسبة الى عظمه وحركتها زهيدة بالنسبة اليه لا يمكن أن يشرع بتحركه الدوراني كجموع تحركاً تام الانتظام والتشاكل بين أجزائه Symmetrical . فلا بد من حدوث شواذ زهيدة بين حركات أجزائه . فهذه النتيجة أي دوران متجمعات الفوتونات هي ما زاه في السدم الموجودة الآن والتي نرصدها ونرى نماذجها في أدوارها المختلفة .

تراها جميعاً تدور على محاورها بسرعات متفاوتة من شبه السكون الى سرعة مئات الاميال بالثانية حسب موقعها في المجموع ، وبعدها عن المركز .

٤ - بدء عمل الجاذبية وقانون التكاثف

متى شرعت مادة الحيز الكوني تتكاثف على نحو ما شرحناه يشرع ناموس الجاذبية يتضح لنا جذبا فدفعا . لأنه حالما يبتدىء التكاثف يبتدىء أيضاً تكون البروتونات والكهارب اذ لا يوجد مانع يمنعها من التكون ما دامت موادها موجودة والحركة اللازمة لها حادثة . وحينئذ نرى الذرات تتكون من الفوتونات والذرات من الذرات والجزيئات تتألف كياوياً و نرى بقيات باقية من ذرات البحر الفوتوني أو ذرات البحر الاثري إن كانت غير فوتونية تنصدم من دوران البروتونات ودوران الكهارب حولها . وبالاختصار نقول ان قانون الجاذبية العام جذبا ودفعا يشرع عمله بوضوح . وعليه فعملية التكاثف تكون خاضعة : - أولاً لقوة الجاذبية . وثانياً اسرعة الأجزاء التي يتكون منها التكاثف بحيث لا يزيد السديم المتكون عن حجم محدود ولا ينقص عن حجم آخر محدود والا فلا يثبت . أي انه يجب أن يكون توازن بين قوة الجاذبية فيه وسرعة دوران أجزائه حول مركزه . وإلا فهو مقلقل مزعزع (راجع قانون المسارعة في الملحق الثاني) .

ولا يخفى ان قانون بقاء قيمة الحركة الدورانية أي دوامها Conservation of the Angular Momentum يقضي بأن لا تتلاشى قيمة الحركة الدورانية بل هي ككل حركة يمكن أن تنتقل من جسم الى آخر أو تتوزع الى أجسام في الحيز حسب اتساعه . وبموجب هذا الناموس كلما تقلص جرم أو سديم وصغر حيزه ازدادت سرعة دورانه لأن قيمة حركته الدورانية لم تنقص بنقص حجمه . جميع حركات الدوران على الأرض متمشية على هذا القانون . والمشاهد من حركات السدم والأجرام الدورانية يطابق هذا المبدأ والقانون كل المطابقة .

بقيت أبحاث أخرى في تناسب المتجمعات الكبرى للصغرى . ونشوء المجموعات الكروية المسماة « الكوكبات العنقودية » globular clusters التي كل كوكبتها منها تدور على محور واحد كأنها كتلة واحدة متصلة بعضها ببعض مع أن بينها أبعاداً شاسعة . وهناك اعتبارات لم يعد يسمع المقام الاسترسال فيها . (تراها في كتابنا نشوء الكون وتطوره المعد للطبع) .

الفصل العاشر

عدد الكون وتقلصه

رأينا في الفصل السابق ان عناصر المادة تتحول تدريجياً من ذرات الى فوتونات تتفانى في بحر الاثير بسبب ان الاحداث المختلفة في الطبيعة تفضي الى اطلاق الكهرباء على البروتون فينطلقان فوتونات في أشعة كهربية في ذلك البحر الاثيري كما علمت . فادة الكون إذن تتناقص تدريجياً بسبب هذا التشعيع .

وقد حسب العلماء الاخرون ان الشمس تنقص بهذه التشعيعات المتوالية كل ثانية ٤ ملايين طن من وزنها تقريباً أو نحو ٢٥٠ مليون طن كل دقيقة فبعد ملايين السنين تذوب الشمس (وكل جرم) ذوبان قطعة الجليد في ماء البحر . وهناك من يقول ٣٥٠ طناً في الدقيقة . والعلم عند الله .

ولا يخفى انه كلما نقصت مادة الشمس وخف وزنها ضعفت قوة جاذبيتها . لأن الجاذبية تتوقف على حاصل ضرب ذرات الجرمين المتجاذبين كما علمت في فصل قانون الجاذبية . وبالتالي تتباعد سياراتها عنها . وقد حسب تيجيز ان الأرض تتباعد في فلكها عن الشمس بهذا السبب نحو يردف كل قرن من السنين . وعلى هذا القياس تتباعد السيارات عن الشمس . وتتباعد الاجرام بعضها عن بعض لهذا السبب عينه . فتنتفخ المجرة لتباعد أجرامها وكوكباتها . وعلى هذا النحو تتباعد المجرات أيضاً . فالكون كله ينتفخ رويداً ويتسع حيّره .

ليس هذا الانتفاخ الكوني مجرد تكهن أو تخمص أو تفلسف . وإنما هو حقيقة واقعة مشاهدة . فقد شاهد هوبل مدير مرصد ويلسن (أعظم مرصد في العالم اليوم) في كاليفورنيا أن الاجرام السحيقة تتباعد بسرعات مختلفة لا تكاد تصدق .

فهذا الكون العجيب العظيم الذي تجمعت فيه ملايين المجرات مصاب بمصيبتين : الأولى انه يتشتت بسرعة في الفضاء الفارغ . وعلى التامادي يملأ حيّراً أكبر ، يضاعف أضعاف حيزه الحالي . والثاني انه يضمحل تدريجياً في امواج كهربية حاملة فوتونات الى ان تتهرج فوتوناته في البحر الاثيري ، وتلتبس فيه كإدانة منه .

الجاذبية
فوتونات
الحركة
ذرات
ذرات
حوطها .
وعليه
زواء التي
من حجم
وسرعة
عة في

Cons. iv
أن تنتقل
لناموس
دروانية
قانون .
مابقة .

عمومات
ور على
وهناك
تطوره

وتجيز يقول انه بعد هذا الاضمحلال النهائي على هذا النحو تعود الذرات القوتونية الاثرية تتجمع في كهارب وبرتونات فذرات خربثات فكستل أجرام وجماعات اجرام الخ - تعود تتجمع بقوة التجاذب بينها كما فعلت اولاً على نحو ما شرحناه في الفصل السابق. فكأن الكون يعيد رواية نشوئه وتطوره من جديد. والله أعلم كما أجاد هذه الرواية قبلاً ولم يعيدها بعد. ذلك هو الأزل. وهذا هو الأبد - السرمد الذي تقف عنده الافهام حائرة ذاهلة. أجل ان الكون الأعظم ينشأ ويتطور ويشيخ ويضمحل مرة بعد مرة الى ما لا نهاية له كما كان لا بداية له. فهو تطور دوري يطوي في كل دور ملايين ملايين الأدهار والأحقاب. وكان اينشتاين قد قدر بحسب نسبته ان للكون الأعظم الشامل ملايين المجرات قدراً معيناً من المادة يشغل حيزاً معيناً من الفضاء بشكل بيضة فارغة لا زلال فيها ولا مح. أي ان مادة الكون تشغل قشرة البيضة فقط. وضمن هذا الحيز البيضي فراغ مطلق وحوله فراغ مطلق أيضاً. وقال ان حجم الكون هذا وشكله ثابتان لا يتغيران. ومجال الحركة فيه مقتصر على هذه القشرة.

ولكن لما أعلن هوبل أرصاده عن تباعد الأجرام والمجرات قام دي ستر ودرس أرصاد هوبل وبرهن ان الكون الأعظم أخذ بالانتفاخ، أي انه ليس ثابت الحجم كما قال اينشتاين. ثم حسب دي ستر سرعة الأجسام أو الأجرام المتباعدة ومعدل الانتفاخ. ولكنه لم يقل متى ابتداء الانتفاخ أي لم يبين الحالة التي كان عليها الكون حين ابتداء ينتفخ.

وكان الأب ده لامتر العالم البلجيكي انه لما اطلع على نظرية اينشتاين نشر رسالة في احدي المجلات الحقيمة (لأنه لم تتكرم مجلة معتبرة بنشر رسالته) فخواها ان الكون كما وصفه اينشتاين، واستنتج حجمه وشكله من نظريته النسبية لا بد انه ابتداء صغيراً جداً ثم جعل يتمدد حتى صار كما هو الآن. والآن لما اقتضى أن يكون فارغاً في داخله. ان تفرغه الداخلي دليل قاطع على انه كان كتلة كثيفة متجمعة حول المركز ثم صار ينتفخ كانتفاخ فقاعة الصابون اذا نفخت فيها.

فلما ظهرت أرصاد هوبل وأبحاث دي ستر عاد العلماء الى رسالة الأب لامتر التي لم يعيروها سابقاً أقل اعتبار، وقالوا كما قال، ان الكون يتمدد باستمرار. فالأب لامتر عرف بالمنطق والحساب ما اكتشفه هوبل بالرصد.

الكون ابتداءً كما برهن الأب لامتر .

وهو الآن كما برهن اينشتاين .

ومستقبله كما برهن دي ستر .

أما اينشتاين فلما جمع بحجر أرصاد هوبل ذهب الى أميركا ونظر بنفسه الأرصاد ورصد مع هوبل فاقنتع بنظرية التمدد ونجح نظريته في شكل الكون وتمده .

وهنا يرى القارئ أن الجاذبية تلعب دورها في هذا التمدد كما لعبت دورها في التجمع .

وقد علم القارئ أن الجسم أو الجرم المندفع يأخذ بالطبع في سيره خطاً مستقيماً .

ولكن قوة جاذبية المركز تلويه نحوها . أي أنه لولا جاذبية المركز لبقى مندفعاً في خط مستقيم .

ولذلك إذا كانت قوة الجاذبية تضعف قرب المركز بسبب نقص مادتها فلا بد أن يضعف

إحناؤها له . وبالتالي يبتعد خط الانحناء أي أنه يميل الى خط الاستقامة ما استطاع ،

كالتضيق المرن إذا لويته يظل يميل الى الاستقامة بقدر ما تضعف قوتك في إماته . وهكذا

الجرم يميل الى خط الاستقامة ما استطاع أو بقدر ما تطلق له قوة الجذب الحرية للعودة نحو

خط سيره الأصلي (المستقيم) .

وقد نسبوا هذا الشرود عن المركز الى قوة النزوع الى الاستقامة على نحو ما قلنا هنا .

وسموا قوة الدفع الكوني Cosmic Repulsive أي أن للجسم المندفع نزعة طبيعية الميل

الى الاستقامة .

لدى هذا التطور الكوني العظيم يقف العقل البشري مذهوماً ذاهلاً .

ولماذا هذا الدهول . أليس أن العقل نفسه هو الذي غلغل في أعماق هذا الكون

وأدرك هذه الحقائق .

فما باله يدهش مما اكتشف وعرف .

أجل ، يذهل لأنه يرى نفسه حقيراً لدى عظمة هذا الكون العجيب .

لا . لا تستصغر نفسك أيتها العقل الأعجب والأعظم .

« أتزعم أنك جرمٌ صغيرٌ ونذك انك في العالم الأكبر »

الخاتمة

تلك هي الجاذبية التي فتح الفيلسوف الأكبر اسحق نيوتن بضبط صحتها بوابة حق الطبيعة . ودعا رجال العلم منذ عصره الى اليوم لكي يدخلوا الى ذلك الحقل الواسع الأرجاء ويطلعوا على ما فيه من كنوز عرفانية باهرة .

لا ريب أن الفتح العلمي الذي فتحه نيوتن كشف عن معظم أسرار الطبيعة، وبدد دياجير الجهل ومحا ظلاله، وفتح البصائر المنيرة لرؤية خبايا قوات الطبيعة واعتقالها لنفع المجتمع الانساني . منذ عهد نيوتن الى اليوم تقدم العلم النظري والعرفان العملي عشرة أضعاف ما كان قبله . وكان انه انقضى نحو ألفي سنة من عمر العلم الذي انتهى به عصر الجهل المطبق والعلماء ما زالوا يتخبطون في دياجير الخرافات والترهات ويبنون على أضاليلهم عقائد فاسدة ويعتسفون طريق الهدى في مسالكهم العملية الى أن جاء نيوتن .

وما خبأ الانسان حبه المتسارع في الاكتشاف والاختراع وفي العلم خاصة إلا بعد اكتشاف نيوتن سنة الجاذبية وانتشار نظرياته في المبادئ الطبيعية التي تبسط فيها في ثلاثة مجلدات إذ أصبحت القواعد الأساسية التي يبنى عليها كل علم حديث تقريباً . ففي عوالم الفنون الهندسية وفي الصناعات والزراعات وسلك البحور وفي الاختراعات التي لا تحصى ، النافعة والتي أسمى استعمالها كالأسلحة المختلفة — تجد السنن والمبادئ الطبيعية التي كشفها نيوتن ظاهرة في صلبها جميعاً ناتئة في حواشيهام ماثلة بطونها . حتى في الاقتصاديات والسياسيات ومائر الاجتماعيات تجد ، إذا غلغلت فيها ، سنن نيوتن ومبادئه الطبيعية عاملة فيها .

فلا ريب ان العصر منذ عهد نيوتن الى اليوم يعد صيد العصور الأعظم في العلم والاختراع . فهو على رأس العصور السالفة كالهرم الباذخ الراسخ بين هضاب الصحراء . وذلك الفيلسوف العظيم بين الفلاسفة العظماء منذ عهد طاليس الى اليوم هو كالشمس بين السيارات والنجوم التي تختفي تحت سطوعه .

ان جاذبية نيوتن ومباحثه في النور وطيفه ومبادئه في الطبيعة أنارت الطريق أمام أساطين العلم مثل هرتز وهولمز وفاراداي ومكسول وميكسون واينشتاين وعشرات غيرهم ممن غابوا عن الدهن الآن .

لا ريب أن العقل البشري اتسعت تصوراتها وعمقت تبصراته بعد نيوتن أضعاف ما كان شأنه قبل ظهور ذلك العلم المفرد . اذا كان في اللغة أبلغ من كلمة عبقرى فهي لنيوتن وحده والا فهو العبقرى الأوحد وغيره ممن نلقبهم بالعابرة متهنتون . انتهى

من يشاء

لاحظ جال

سرعة سقوطه

الاولى ٣٢ قدم

سرعته $\frac{2+0}{2}$

وفي الثانية

وفي الثانية

وهلم جر

لقانون المسار

زمن عن

الجسم الساقط

فاذا ضربت

يهبطها في عدد

بهذه العبد

الثواني . وذلك

مسافة اله

الملحقات الرياضية

لمن يشاء الاطلاع على البراهين الرياضية للقوانين الواردة في هذا الكتاب .

الملحق الاول

ملحق نبذة ٢ من الفصل الثاني

قانون جاليليو لسرعة الاجسام الساقطة

لاحظ جاليليو ان الجسم الساقط يتسارع بسقوطه . ووجد بالاستقراء والاختبار ان سرعة سقوطه تزداد كلما اقترب الى الارض . فعلى سطح الارض يهبط الجسم في نهاية الثانية الاولى ٣٢ قدماً . ولأن سرعته في أول الثانية صفر وفي نهايتها كلها ٣٢ فيكون متوسط سرعته $\frac{0+32}{2} = 16$ قدماً في الثانية الاولى .

وفي الثانية الثانية يكون $16 + 32 = 48$

وفي الثانية الثالثة يكون $48 + 32 = 80$

وهلم جراً . وإذا أردت مجموع السقوط في عدد من الثواني فاستعمل القاعدة التالية لقانون المسارعة ، أي تزايد السرعة هكذا :-

رمز عن المسارعة بحرف م وعن مدة الثواني بحرف ث . فعدل (أي متوسط) سرعة الجسم الساقط اذن $\frac{م \times ث}{2}$ في المثل الاول

فاذا ضربنا هذا المتوسط بعدد الثواني ث التي يقضيها في الهبوط كان مقدار المسافة التي يهبطها في عدد معين من الثواني مساوياً $\frac{م \times ث^2}{2}$

بهذه العبارة الرياضية يمكنك أن تحسب كم من الاقدام سقط الجسم في أثناء عدد من الثواني . وذلك بأن تضرب مربع عدد الثواني بالعدد ٣٢ وتقسم الحاصل على ٢ ، احفظ هذا بمالك :-

مسافة الهبوط $= \frac{م \times ث^2}{2}$ (معادلة اولى)

بوابة حقل
اصع الارحاء

دياجير الجهل
مع الانساني
ما كان قبله
والعالم ما
ة ويعتسفون

صة إلا بعد
سسط فيها في
يها .
في الاختراعات
من والمبادئ
رنها .

ت فيها ، سن
عظم في العلم
باب الصحراء
و كالشمس بين

ت الطريق أم
وعشرات غير

أضعاف ما كان
لنيوتن وحده
انتهى

جدول الامثلة
على قانون المسارعة

عدد الثواني	معدل السرعة كل ثانية	المجموع مع سابق	مجموع أقدام السقوط في الثواني كل ثانية	مربع الثواني بـ ٣٢ مقسوم $16 = 2 \div$
الاولى			١٦	
الثانية	$32 + 16 = 48$	$16 +$	$64 =$	$16 \times 2(2)$
الثالثة	$32 + 48 = 80$	$64 +$	$144 =$	$16 \times 3(3)$
الرابعة	$32 + 80 = 112$	$144 +$	$256 =$	$16 \times 4(4)$
الخامسة	$32 + 112 = 144$	$256 +$	$400 =$	$16 \times 5(5)$
السادسة	$32 + 144 = 176$	$400 +$	$576 =$	$16 \times 6(6)$
السابعة	$32 + 176 = 208$	$576 +$	$784 =$	$16 \times 7(7)$
الثامنة	$32 + 208 = 240$	$784 +$	$1024 =$	$16 \times 8(8)$

وهلم جراً الى آخره

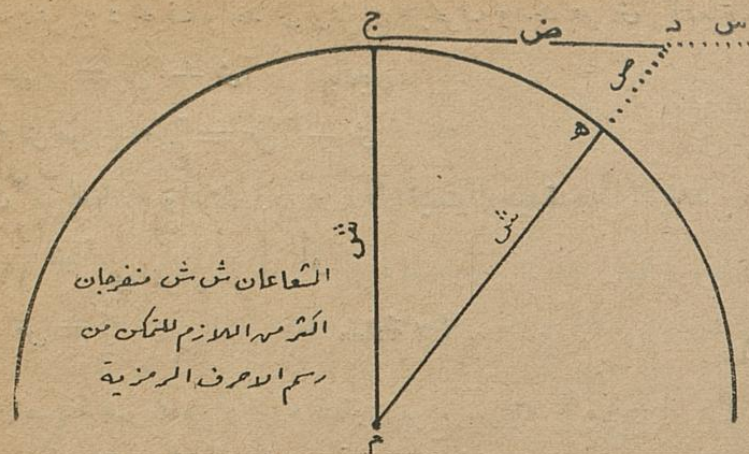
الملحق الثاني

قانون المسارعة الدورانية (١)

ذلك ناموس الأجسام الساقطة . ولكن الأجرام السائرة بسرعة وبقوة تعادل قوة
الجاذبية لا تسقط سقوطاً وانما تنحني انحناء نحو المركز فتدور حوله كالثقمة حول الأرض .
فاليك قانونه : —

في ما يلي اكتشاف النسبة الثابتة بين سرعة الجسم اللازم لثقلك دورانه (أي مداره)
حول المركز ومسافة بُعده عن المركز — أي النسبة التي تساوي انحناء الجسم في دورانه
عن خط اتجاه انقذافه المستقيم كما يتضح من الرسم التالي :

(١) ملحق نبذة ٤ من الفصل الثاني



الشكل الاول

لنفرض أن الجسم عند ج مندفع بسرعة س (قل أمتار أو أميال أو ما تشاء) فإذا لم يكن ثمة سلطة أية قوة أخرى عليه سار في اتجاه اندفاعه بخط مستقيم الى د وإلى ما لا نهاية له.

ولكن إذا كان ثمة قوة أخرى مركزية كالنقطة م مثلاً (القوة الجاذبة) انحرف عن اتجاه ج د الى اتجاه ج هـ المنحني. وبدل أن يصل في ثانية الى د يصل في الثانية الى هـ. فكأنه هبط من مستوى ج د في القوس ج هـ بعد أن ابتعد عن ج قدر س (وهو مسافة ج هـ) السرعة بالثانية أمتاراً أو أميالاً. فإهي مسافة هبوطه في الثانية؟ وبأي قيمة نعبّر عنها؟ لا وسيلة للتعبير عنها إلا بقيمة النسبة النابتة بين س (السرعة) و ش الشعاع نصف القطر أي مسافة بُعد ج عن المركز. فكم تساوي المسافة د هـ؟ من هذه النسبة؟ فلنر. لا يخفى أن الخط ج د مماس للدائرة التي حول المركز — الدائرة التي يدور فيها. وخط المسافة من ج الى م هو الشعاع. فإذا الخط ج د معامد للشعاع ج م والزاوية عند ج قائمة. ارسم الوتر م د. وهو مؤلف من ش الشعاع والخط الآخر ص (المسافة بين د هـ) وهي مسافة الهبوط. فلنا اذن مثلث قائم الزاوية ج م د بحسب قضية فيثاغورس مربع وتر هذا المثلث يساوي مجموع مربعي ساقيه أي (ج د).

و (ج م) فلنعتبر عن ج د بحرف واحد ض وعن ج م بحرف واحد هو ش . الشعاع هكذا .

$$(ش + ص) = ض^2 + ش^2 \quad \text{بالجبر}$$

$$ش^2 + ٢ ش ص + ص^2 = ض^2 + ٢ ش ص$$

احذف ش^٢ من الجانبين واستغن عن ص^٢ لأن قيمتها زهيدة جداً لا يعتد بها يبقى

$$٢ ش ص = ض^2 \quad \text{أو}$$

$$ص = \frac{ض^2}{٢ ش} \quad (\text{معادلة } ٢)$$

أي ان ص مسافة هبوطه من د الى ه تساوي مربع سرعته (من ج الى د) مقسوماً على مضاعف مسافة بعده عن المركز الذي استماله عن د الى ه .

وهو معلوم ان المسافة ض تقاس بالسرعة مضروبة بالوقت هكذا ض = س ث (معادلة ٣)

بحيث ان س رمز السرعة . و ث رمز الوقت (الثانية او الثواني) .

وبما ان مسافة ص هي مقدار الهبوط المعبر عنها هكذا في المعادلة الاولى .

$$ص = \frac{مس \ ث}{٢} \quad \text{معادلة (٤)}$$

ضع في المعادلة الثانية قيمة ض التي في المعادلة الثالثة وقيمة ص التي في المعادلة ٤ يكن لك: —

$$\frac{مس \ ث}{٢} = \frac{س^٢ \ ث^٢}{٢ ش} \quad \text{أو}$$

$$مسافة الهبوط = \frac{س^٢}{ش} \quad (\text{المعادلة } ٥)$$

الجاذبية علة المسارعة ولهذا اعتبرنا ج (الجاذبية) = مس

أي أن المسارعة التي هي نتيجة فعل قوتين إحداهما مركزية تساوي مربع السرعة الناتجة عنها مقسومة على مسافة البعد عن المركز . وبعبارة أخرى ان النسبة التي بين السرعة ومسافة البعد عن المركز (المساوية لمسافة الهبوط) هي مربع السرعة مقسومة على مسافة البعد .

هذه النسبة ثابتة Constant وبموجبها كلما بعد الجسم الدائر حول المركز صارت سرعته

أقل . وكلما كان أقرب كانت سرعته أعظم بحيث تكون المسارعة دائماً مساوية $\frac{س^٢}{ش}$

فاذا اختلفت هذه النسبة بحيث تفوق سرعة الجسم على مسافة بعده شرد عن المركز .

واذا قلت سرعته بالنسبة الى مسافة بعده هبط الى المركز . وما دامت هذه النسبة محفوظة

فهو دائر في مداره حول المركز الى الابد .

إذا
الجهات
المركزية
أضعف

هذا
مناسبة
السياسة

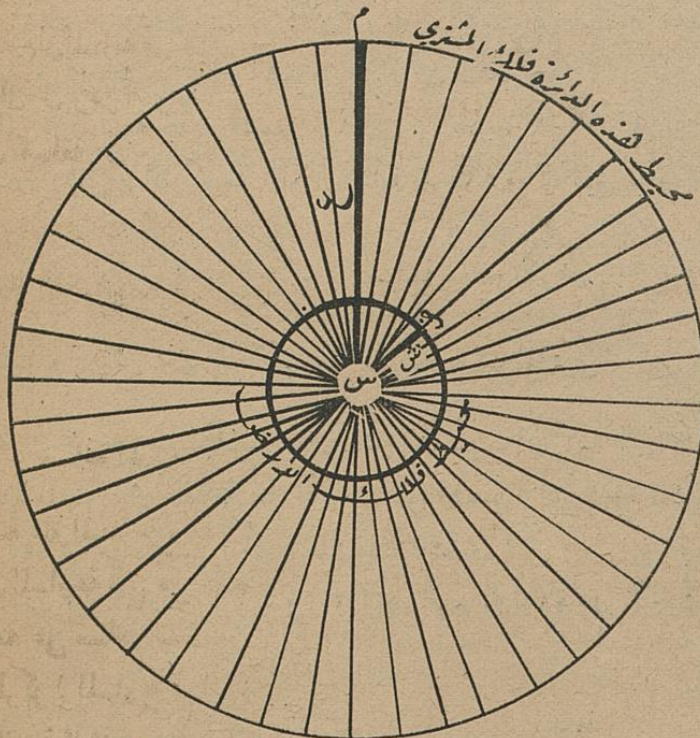
الملحق الثالث

قانون الجاذبية

(الملحق الثالث من الفصل الثاني)

قسم أول

إذا اعتبرنا الجو الجاذبي خطوط قوة منشرة من المركز (مركز الشمس مثلاً) إلى جميع الجهات بالتساوي فبالطبع يكون هذا الجو الجاذبي كثيفاً قرب المركز ولطيفاً كلما بعد عن المركز (كما ترى في الشكل الثاني) أي كلما كان أقرب إلى المركز كان أقوى، وكلما كان أبعد كان أضعف، فالسيار الذي يدور حول الشمس في فلك مقرر إنما هو سابح في سطح كرة وهمية من



الخطوط الصادرة منه مركز الدائرة (الشمس) هي خطوط القوة (الجاذبية)

الشكل الثاني

هذا الجو على بُعد واحد من المركز تقريباً . وهو تحت سلطة من قوة الجذب في هذا الجو مناسبة لبعده عن المركز، (أي نصف قطر تلك الكرة الوهمية التي نحن بصدددها) فأينما كان السيار في سطح تلك الكرة الوهمية كان تحت فعل قدر واحد من قوة ذلك الجو الجاذبي .

مثال ذلك ض (في الشكل الثاني) الأرض تسبح حول س الشمس في خط غير معوج على سطح كروي (والشكل قطاع الكرة) يبعد عن مركز الشمس بقدر الشعاع ش أي ض الى س ، وقوة الجاذبية منتشرة في ذلك السطح الكروي تساوي القوة موزعة على مساحة السطح الكروي (لا مساحة الدائرة) هكذا $\frac{ق}{بش^2}$

(حرف ب هنا هو (Π الحرف اليوناني باي) هو عبارة عن قسمة محيط أي دائرة على قطرها (الذي هو ٢ ش . أي مضاعف شعاعها) كما اصطلاح عليه الرياضيون وهو يساوي $\frac{٢٢}{٧}$ تقريباً . وأما (٤ ب ش^٢) فهي مساحة سطح أية كرة كما هو معلوم عند الرياضيين) . وحرف (ق) عبارة عن قوة الجاذبية .

وكذلك م المشتري يسبح كالأرض حول الشمس في خط غير معوج على سطح كروي يبعد عن مركز الشمس بقدر الشعاع ع . (اي الخط م س)
فلنر الآن نسبة جذب الشمس للمشتري الى جذبها للأرض على اعتبار ان المشتري يبعد عن الشمس خمس مرات كبعد الأرض عنها تقريباً (وبالتحديد يبعد ٥ ، ٢ مرات)

$$ج (ض \times س) = \frac{ق}{بش^2} \quad \text{مساحة سطح الأرض} \quad (١)$$

$$ج (م \times س) = \frac{ق}{بع^2} \quad \text{مساحة سطح المشتري} \quad (٢)$$

بحيث ان: ج رمز الجاذبية - س كتلة الشمس - ض كتلة الأرض - م كتلة المشتري - ق قوة الجذب - ش مسافة بعد الأرض عن الشمس (أي شعاع فلك الأرض) - ع مسافة بعد المشتري عن الشمس (أي شعاع فلك المشتري)
ناصب بين المعادلتين (١) و (٢) أي اقدم الواحدة على الأخرى

$$\frac{ج (ض \times س) = \frac{ق}{بش^2}}{ج (م \times س) = \frac{ق}{بع^2}} = \frac{بش^2}{بع^2}$$

$$(٣) \quad \frac{ج (ض \times س)}{ج (م \times س)} = \frac{\frac{ق}{بش^2}}{\frac{ق}{بع^2}} = \frac{بع^2}{بش^2}$$

أي نسبة جذب الأرض إلى جذب المشتري كنسبة مربع شعاع فلك المشتري إلى مربع شعاع فلك الأرض هكذا : ض : م :: ع : ش (٣)
 فإذا كان شعاع فلك المشتري (أي مسافة بعده عن الشمس) ٥ مرات شعاع فلك الأرض (أي مسافة بعد الأرض عن الشمس) فيحسب المعادلة (٣) لنا .

$$\frac{\text{جاذبية الشمس للأرض}}{\text{جاذبية الشمس للمشتري}} = \frac{25}{1} \quad \text{لأن } ع = ٥ \text{ ش}$$

أي أن جاذبية الشمس للأرض ٢٥ مرة جاذبية الشمس للمشتري :

قسم ثانياً

$$\frac{\text{شمس} \times \text{أرض}}{\text{مربع المسافة بينهما}} = \text{بقينا أن نبرهن نص نيوتن أي قوة الجاذبية}$$

من قوانين الطبيعيات أن القوة = تساوي كتلة الجسم مضروبة في مسافة الحركة أي
 قوة = كتلة × حركة . ومنها الحركة = $\frac{\text{القوة}}{\text{الكتلة}}$ أو بالموزن $= \frac{ق}{ك}$ باعتبار أن
 ش رمز مسافة الحركة وق رمز القوة وك رمز الكتلة

مثاله : قوة حصان يرفع جسماً وزنه ٥٠ رطلاً متراً واحداً في ثانية، أو جسماً وزنه ١٠٠ رطل خمسة أمتار بنفس الوقت . هكذا :

$$\text{قوة حصان} = ١ \times ٥٠٠ = ٥ \times ١٠٠ = ٥٠ \times ١٠ = ٥٠٠ \text{ أو } ٥ = \frac{\text{قوة حصان}}{١٠٠}$$

بناءً على هذا القانون

$$\left. \begin{array}{l} \text{مسافة حركة الجاذبية أي} \\ \text{مسيرها من المركز إلى} \\ \text{الحيط وهو الشعاع ش} \end{array} \right\} \text{ش} = \frac{\text{قج}}{\text{ض}} \quad \text{أي} \quad \frac{\text{قوة جذب الشمس للأرض}}{\text{كتلة الأرض (وزنها)}}$$

$$\text{ومثله شش} = \frac{\text{قج}}{\text{ش}} \quad \text{أي} \quad \frac{\text{قوة جذب الشمس للمشتري}}{\text{كتلة المشتري (وزنه)}}$$

ض تمثل كتلة الأرض — مي تمثل كتلة المشتري — ش تمثل بعد الأرض عن الشمس —

شش تمثل بُعد المشتري عن الشمس — قج تمثل قوة الجاذبية

وبناءً على هذا تكون معادلة الجاذبية السابقة (٣) هكذا : —

$$\frac{\text{فج}}{\text{ض}} : \frac{\text{فج}}{\text{ي}} :: \text{شش}^2 : \text{ش}^2 \text{ (قوة الجاذبية)}$$

$$\text{ومنها} \quad \frac{\text{شش}^2 \text{ فج}}{\text{ي}} = \frac{\text{ش}^2 \text{ فج}}{\text{ض}} \quad (٤)$$

ولكننا في هذه المعادلة لم نحسب حساب المسافة بين الأرض والمشتري لأن التجاذب ليس بينهما بل حسبناهما بين كل منهما والشمس باعتبار أن الشمس المركز الذي يجذب كلا منهما وكل منهما يجذبها .

وكذلك غرضنا النظر عن التجاذب الذي بينهما . واقتصرنا على نسبة كل منهما إليها . فاذا رمنا أن نحسب حساب هذا التجاذب كانت شم (كتلة الشمس) مركزاً بين جانبي هذه المعادلة هكذا :

$$\frac{\text{شش}^2 \text{ فج}}{\text{ي}} = \text{شم} = \frac{\text{ش}^2 \text{ فج}}{\text{ض}}$$

أي أن كتلة الشمس تقوم مقام كلٍ منهما هكذا :

$$\text{شم} = \frac{\text{ش}^2 \text{ فج}}{\text{ض}} \text{ ومنها فج} = \frac{\text{شم} \times \text{ض}}{\text{ش}^2} \text{ أي} = \frac{\text{الشمس} \times \text{الأرض}}{\text{مربع البعد بينهما}} \text{ وهي معادلة قانون}$$

نيوتن كما تقدم نصها في أول الفصل الثالث .

بناءً عليه إذا ضرب كل من طرفي المعادلة (٤) بقيمة $\frac{1}{\text{شم}}$ (أو إذا شئت $\frac{\text{فج}}{\text{شم}}$) هكذا .

$$\frac{1}{\text{شم}} \times \frac{\text{شش}^2 \text{ فج}}{\text{ي}} = \frac{1}{\text{شم}} \times \frac{\text{ش}^2 \text{ فج}}{\text{ض}}$$

تصبح كما يجب أن تكون هكذا

$$\frac{\text{شم} \times \text{ي}}{\text{شش}^2} = \frac{\text{شم} \times \text{ض}}{\text{ش}^2} = \text{فج}$$

وهي معادلة نيوتن بعينها ،

يعني ان قوة الجاذبية تساوي حاصل ضرب كتلتي جرمين مقسوماً على مربع البعد بينهما
أيما كانا وعلى أي بعد كانا (بقطع النظر عن تداخل جرم ثالث على مقربة من احدهما أو من
كليهما) وهذا هو معنى تعميم قانون الجاذبية على جميع الأجرام .

قسم ٣

امتحان القانون

لم يذع نيوتن القانون إلا بعد أن امتحنه بتطبيقه وقانون المسارعة المشروح في الملحق
الثاني على التجاذب بين القمر والارض .

المعلوم ان نصف قطر الأرض ٣٩٥٦ ميلاً وقد علمنا من الملحق الأول ان الجسم يسقط
على سطح الأرض بمعدل متوسط ١٦ قدماً بالثانية كل ثانية . فعلمنا أن لنعلم معدل هبوط
القمر نحو مركز الأرض وهو يبعد عنه ٢٣٨ ٨٥٧ ميلاً . والمعلوم ان سرعة القمر في الثانية
٣٣٥٠ قدماً أو $\frac{٣٣٥٠}{٥٢٨٠}$ من الميل (الميل = ٥٢٨٠ قدماً) .

وعلمنا من قانون المسارعة أن $\frac{٢}{ش} = \frac{٢}{ش}$ والمعدل الأوسط لـ مس في الثانية هو

$\frac{٢}{ش} \times \frac{١}{٣}$ ابدل الأرقام بالحروف .

$$\text{معدل مس} = \frac{٢(٣٣٥٠)}{٥٢٨٠ \times ٢٣٨٨٥٧} = \frac{٠٠٠٠٨٩}{٢} = ٠٠٠٠٤٤٥ \text{ من القدم}$$

(٠٠٠٥٣٤) قيراط وهو متوسط هبوط القمر نحو الأرض بالثانية ، هذا حسب قانون المسارعة

فلنر الآن هل الحساب حسب قانون الجاذبية يطابق الحساب حسب قانون المسارعة هذا ؟

إذا قسمنا متوسط هبوط أي جسم على سطح الأرض على معدل هبوط القمر نحو

$$\frac{٣٦٣٢}{٠٠٠٠٤٤٥} = ١٦ \text{ قدماً}$$

٣٦٣٢ مرة كمقدار هبوط القمر

وبمباراة أخرى كان مقدار جذب الأرض للأجسام التي على سطحها ٣٦٣٢ مرة كمقدار جذبها للقمر . فإذا كان قانون الجاذبية صحيحاً وجب أن يكون مربع مسافة بُعد القمر عن مركز الأرض إذا قسناه بنصف قطر الأرض مساوياً لهذا القدر « ٣٦٣٢ » . فكيف هو بعد القمر عن الأرض بمقياس نصف قطرها ؟ أي كم في هذه المسافة من أنصاف قطر الأرض اقسم المسافة (بين القمر ومركز الأرض) على نصف قطر الأرض هكذا : —

$$\frac{238857 \text{ مسافة بعد القمر عن مركز الأرض}}{3956 \text{ نصف قطر الأرض}} = 60,27$$

أي أن مسافة بعد القمر عن مركز الأرض تساوي نحو ٦٠ مرة وكسور كنصف قطر الأرض ربع هذا العدد (٦٠,٢٧) $3632 = \frac{1}{4}$ وهذا العدد هو نفس العدد الذي مرّ بنا سابقاً . أي هو عدد المرات لمقدار جذب الأرض للقمر إذا قيس بجذبها للأجسام على سطحها كما رأيت آنفاً . إذن فناموس الجاذبية صحيح لأنه مطابق لناموس المسارعة الذي عرف بالاختبار . وهو نتيجة الجاذبية .

لما خطر لنيوتن ناموس الجاذبية رام أن يمتحنه بما له من المعلومات عن دوران القمر حول الأرض وعن ناموس المسارعة هذا الذي نحن بصدد فعله العملية السابقة . وكان معروفاً حينئذٍ بعملية زاوية اختلاف النظر Parallax أن مسافة بُعد القمر عن مركز الأرض يساوي ٦٠ مرة نصف قطر الأرض .

وكان معلوماً حينئذٍ أن الدرجة من محيط الأرض ٦٠ ميلاً . فعلى هذا الحساب يكون نصف قطر الأرض ٣٤٣٦ ميلاً وهو خلاف الحقيقة . والحقيقة هي أنه ٣٩٥٦ . فلما عمل نيوتن حسابه لم تأت النتيجة مطابقة لقانون المسارعة القمرية بل جاءت ٠,٠٤٤ من القيراط بدل ٠,٠٥٣٤ كما أبتنا آنفاً . فلم يأخذه الغرور لكي يتسامح بهذا الفرق واعتبر أن نظريته خطأ . فعدل عنها من غير أن يفوه بكلمة عنها .

بعد ست سنين بلغ اليه أن بيكارد الفرنسي قاس قوساً من الطول في فرنسا فوجد أن الدرجة تساوي ٦٩ ميل (لا ٦٠ كما كان يظن) وأن نصف القطر إذن ٣٩٥٦ (لا ٣٤٣٦) كما كان يُظن قبلاً) فأسرع نيوتن إلى إعادة عمله على اعتبار تصحيح نصف القطر . ويقال أنه لشدة انفعاله لم يتمالك أن يعمل العملية الحسابية بنفسه — فكلف صديقاً له أن يسرع بعملها . فجاءت النتيجة نجاحاً باهرآ . وثمّ أذاع نظريته

قانون كبلر
بعده عن الشمس
ت : ٢
باعتبار
الاول وشش
مثال ذلك
٥,٢ خمس مق
(اصطلاح
أي متراً أو
الفصل الرابع
فهذا الم
والمشتري
فبناءً على معاد
(٢ : ١)
على هذا
زهيداً بسبب
وبواسطه
تعمل الأضلاع
نبتون

$$٢ : ٢ت : ٢ش : ٢شش$$

$$٢ : ٢ك = ٢١ : ٢(٣٠)$$

سنة

$$ك = \sqrt{٢٧٠٠٠} = ١٦٤ \text{ سنة تقريبا مدة دورة نبتون}$$

وافرض اننا نعرف مدة دورة المريخ ١٠٨٨ سنة . فكم بعده عن الشمس

$$٢ : ٢(١٠٨٨) = ٢ك : ٢١$$

$$ك = \sqrt{٢(١٠٨٨)} = ١٠٥٢ \text{ بعده بالمقياس الفلكي}$$

استخراج قانون الجاذبية

من معادلة كبلر

معلوم أن محيط الدائرة (الفلك) يساوي ٢ ش ب باعتبار أن ب = محيط الدائرة مقسوماً على القطر أي $\frac{٢}{٢}$ كما تقدم القول سابقاً

ومعلوم أيضاً أن الوقت ت يساوي المسافة مقسومة على السرعة فإذا .

$$ت = \frac{٢ش ب}{س} \text{ للسيار الواحد}$$

$$تت = \frac{٢شش ب}{سس} \text{ للسيار الآخر}$$

ت رمز للوقت الواحد . وتت للوقت الآخر .

وش بُعد الواحد وشش بُعد الآخر .

س سرعة الواحد وسس سرعة الآخر .

فاذا وضعنا القيمتين الآتيتين بدل ت وتت في معادلة كبلر كان لنا .

$$\frac{٤ش ب^٢}{سس} : \frac{٤شش ب^٢}{سس} = \frac{٢ش : ٢شش}{٢شش}$$

بالبسط لنا

$$\frac{١}{سس} : \frac{١}{سس} = ش : شش$$

$$\text{أو } \frac{\text{ش}^2}{\text{ش}} = \frac{\text{ش}^2}{\text{ش}} \quad (\text{معادلة أولى})$$

وبحسب قانون المسارعة الدوراني الذي شرحناه في الملحق الثاني : —

$$\text{المسارعة (أي قوة الجاذبية في فلك الارض)} \quad \frac{\text{ش}^2}{\text{ش}} = \text{ج} \quad \text{أو} \quad \text{ج} \times \text{ش} = \text{ش}^2$$

$$\text{وقوة الجاذبية في فلك المشتري} \quad \frac{\text{ش}^2}{\text{ش}} = \text{قج} \quad \text{أو} \quad \text{قج} \times \text{ش} = \text{ش}^2$$

ناسب بين هاتين المعادلتين أي اقسام الواحدة على الأخرى .

$$\frac{\text{ج} \times \text{ش}}{\text{قج} \times \text{ش}} = \frac{\text{ش}^2}{\text{ش}^2}$$

عبارة $\frac{\text{ش}^2}{\text{ش}^2}$ الواردة هنا وردت أيضاً في المعادلة السابقة الأولى فعدال بينهما هكذا :

$$\frac{\text{ج} \times \text{ش}}{\text{قج} \times \text{ش}} = \frac{\text{ش}^2}{\text{ش}^2}$$

$$\text{وبالجبر} \quad \frac{\text{ج}}{\text{قج}} = \frac{\text{ش}^2}{\text{ش}^2}$$

وهذه هي معادلة قانون الجاذبية بعينها
يمكن استخراج معادلة كبلر أيضاً من معادلة قانون الجاذبية . ولا محل هنا لهذا .

الملحق الخامس

التناسب بين السرعة والبعد

في عملية استخراج معادلة قانون الجاذبية من معادلة كبلر ظهرت أمامنا المعادلة الأولى هذه

$$(٢) \quad \frac{\text{ش}^2}{\text{ش}} = \frac{\text{ش}^2}{\text{ش}}$$

ونخواها أن نسبة مربع سرعة السيارة الواحد الى مربع سرعة السيارة الآخر كنسبة بعد الثاني الى بعد الأول

$$(٣) \quad \text{أو} \quad \text{ش}^2 \times \text{ش} = \text{ش}^2 \times \text{ش}$$

أي حاصل ضرب مربع سرعة الواحد بمسافة بعده كحاصل ضرب مربع سرعة الآخر بمسافة بعده .

مثال ذلك : - الأرض بعدها مقياس واحد وسرعتها ١٨٥

$$٣٤٢ = ١ \times ٢ (١٨٥)$$

وزحل بعده ٩٥٣٨٨ مقاييس وسرته ٦ أميال

$$٣٤٢ = ٩٥٣٨٨ \times ٢٦$$

عدد ثابت بناءً على المعادلة الثانية أو المعادلة الثالثة لا فرق.

$$\frac{س}{ش} = \frac{س}{ش}$$

تستطيع أن تستخرج أي ضلع مجهول : افرض انك تجهل بعد المريخ وأنت تعرف سرته ١٥ ميلاً بالثانية وتعرف سرعة الأرض ١٨٥ ميلاً ، فلك

$$\frac{١٨٥}{١} = \frac{ك}{١} = \frac{٢ (١٨٥)}{٢ (١٥)}$$

الملحق السادس

ملحق آخر (٤) من الفصل الثاني

إذا قذفت جسماً عن سطح الأرض قذفاً أفقياً لكي يستمر دائراً حول الأرض على مقربة من سطحها كأنه قرأ آخر لها قريب منها . فكم يجب ان تكون سرته لكي لا يقع عليها ولا يثرد عنها

علمنا أن مسارعة أي جسم على الأرض ١٦ قدماً بالثانية كل ثانية . بحسب معادلة قانون المسارعة في الملحق الثاني أي مس = $\frac{س}{ش}$ بحيث ان س السرعة ، ش البعد عن المركز ، لنا

$$\begin{aligned} (مس) = ١٦ \text{ قدماً} &= \frac{١}{٢} \times \frac{س}{ش} \\ ٣٩٥٦ \text{ نصف قطر الأرض بالاميال} &= \frac{س}{ش} \\ ٢٠٩٥٠٠٠٠ \times ١٦ &= س \\ ٢٥٨٨٠ \text{ قدماً} &= س \\ ٤٠٩ \text{ أميال} &= س \end{aligned}$$

المرأة
القديمة أقل
مادات البدو
اتخذت من
هؤلاء يدين
شاركت
بالحياة القبلية
بقاع من الأ
أن يدب في
من أقوى د
الأرض ، وأ
الحضارة ال